BEITRÄGE ZUR KENNTNIS DES RHÄT-LIAS-GRENZBEREICHS IN SÜDWEST-DEUTSCHLAND

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung des Grades eines Doktors
der Naturwissenschaften
der
Mathematisch-naturwissenschaftlichen Fakultät
der
Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
Heinz Joachim Altmann
aus Hirschberg (Riesengebirge)

1965

8083 1964

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547602_0043

BEITRÄGE ZUR KENNTNIS DES RHÄT-LIAS-GRENZBEREICHS IN SÜDWEST-DEUTSCHLAND

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung des Grades eines Doktors

der Naturwissenschaften

der

Mathematisch-naturwissenschaftlichen Fakultät

der

Eberhard-Karls-Universität

zu Tübingen

vorgelegt von

Heinz Joachim Altmann

aus Hirschberg (Riesengebirge)

1965

Tag der mündlichen Prüfung:	19. November 1964
Dekan:	Prof.Dr.Peter Roquette
1. Berichterstatter:	Prof.Dr.Helmut Hölder
2. Berichterstatter:	Prof.Dr.Otto H.Schindewolf

UNIVERSITEITSBIBLIOTHEEK - LEIDEN -

Inhaltsübersicht

Vorwort

I. Einleitung ..... Seite 1

II. Profile

1. Vorbemerkungen zur Darstellungsweise 4
2. Filder und Schönbuch 6
3. Kleiner Heuberg 24
4. Baar 53
5. Donau-Rhein-Zug 58

III. Rhät

1. Lagerungsverhältnisse im schwäbischen Rhät 65
2. Sedimentbildung im Rhät 74
3. Versuch einer stratigraphischen Gliederung 80

IV. Psilonotenkalk

1. Die Ammoniten im Psilonotenkalk 82
2. Stratigraphie 89
3. Chronologie 100

V. Rhät - Lias - Grenze 104

VI. Zusammenfassung 109

Literaturverzeichnis 111

Die Arbeit wurde mit Ausnahme der beiden Fototafeln im Anhang (1:1) vom Format Din A 4 auf Din A 5 verkleinert.

V o r w o r t

Den Anlaß zur vorliegenden Arbeit gab eine Kartierungsaufgabe im Kreis Balingen (Württemberg) unter besonderer Berücksichtigung des Rhäts. Dabei stieß ich in den guten Aufschlüssen des betreffenden Horizontes auf die abwechslungsreiche Gliederung des Psilonotenkalks. Literaturvergleiche ergaben mehrere grundsätzliche Widersprüche in den Vorstellungen über Fauna und Gesteinsbeschaffenheit dieser ältesten Lias-Ablagerung. Es erschien daher zweckmäßig, eine Bearbeitung des Lagers von Psiloceras planorbis, dieses wichtigen Bezugshorizontes fürs Rhät, in den Vordergrund zu rücken und im Rahmen einer Dissertation vorzunehmen.

Zunächst lieferte ich einen Beitrag zur Preisaufgabe 1962/63 der Mathematisch-naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Tübingen über das Thema: "Untersuchungen über Probleme des Rhät-Lias-Grenzbereichs in Württemberg." Meine Geländebefunde vom Kleinen Heuberg bei Balingen, Gegenstand der Preisarbeit, habe ich vollständig hierher übernommen.

Gerne erfülle ich an dieser Stelle meine Pflicht, meinem verehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. Helmut Hölder, Tübingen-Münster, herzlich zu danken für die wertvolle Unterstützung bei der Arbeit. Weiterhin gilt mein Dank Herrn Professor Dr.O.H.Schindewolf für die Erlaubnis, Teile der Psilonotensammlung des verstorbenen Professors der Anatomie Dr.R.Wetzel auszuwerten, die im Geologischen Institut in Tübingen aufbewahrt wird.

Zahlreiche Literaturhinweise verdanke ich Herrn Dozenten Dr.G.Einsele, Tübingen. Herr Landesgeologe Dr.Ströbel, Stuttgart, gewährte mir freundlicherweise Einblick in neue Rhät-Profile, und Herr Oberstudienrat Dr.Rieck, Hohenheim, teilte mir wichtige Filder-Aufschlüsse mit; dafür schulde ich Dank.

Nicht zuletzt gehört meine liebe Frau zu den wesentlichen Förderern dieser Arbeit. Sie ermöglichte die umfangreichen Geländestudien durch Erwerbstätigkeit und war mein Wandergefährte auf der oft tagelang ausgedehnten Suche nach geeigneten Aufschlüssen.

I. Einleitung

Der Begriff Rhät-Lias-Grenzbereich bezieht sich hier auf Rhät und Psilonotenkalk, so daß die stratigraphische Untergrenze in dieser Erörterung im jüngsten Teil des Knollenmergels (mittlerer Keuper, km_5) zu suchen ist und die Obergrenze in den ältesten Schiefertonen des Lias alpha 1 (Hettangium). Die Untersuchung gilt damit den beiden veränderlichen Faktoren unter und über der Rhät-Lias-Grenze. Knollenmergel einerseits und der erwähnte Schieferton über dem Psilonotenkalk andererseits stellen die jeweils nächstfolgenden Horizonte dar, die im ganzen Untersuchungsgebiet hinreichend gleichartig ausgebildet sind.

Das Untersuchungsgebiet erstreckt sich von Stuttgart bis an den Hochrhein bei Waldshut (Baden) über 150 km Länge. Da hier Rhät und Psilonotenkalk in der heute zugänglichen Verbreitung an das Vorland der Schwäbischen Alb und des Randen im Kanton Schaffhausen (Schweiz) gebunden sind – die oberschwäbischen Tiefbohrungen besitzten in diesem Zusammenhang nur paläogeographisches Interesse – ergibt sich regionalgeologisch gesehen ein großes NO-SW-Profil. Jedoch greift die in der Landschaft morphologisch deutlich hervortretende Lias-Tafel, an die sich sämtliche Rhät-Vorkommen eng anschließen, am Kleinen Heuberg bei Balingen und im Filder-Schönbuch-Gebiet weit ins Vorland der Dogger-Malm-Stufe hinaus. Somit sind auch quer zur Richtung des Hauptprofils Schnitte möglich.

Nach Literaturangaben lassen sich die geologischen Vorgänge an der Wende vom Keuper zum Lias in Südwest-Deutschland mit ihrer Problematik, soweit sie für diese Arbeit Bedeutung hat, folgendermaßen kurz darstellen:

Gegen Ende der Keuper-Zeit taucht der terrestrisch, roterdeähnlich gebildete Knollenmergel (HENNIG 1923) epirogenetisch unter den Meeresspiegel, und das Rhät-Meer dringt von Norden (VOLLRATH 1924) in das schwache Landrelief ein. Dabei wird der Untergrund nur örtlich geringfügig aufgearbeitet. Weitaus tiefer wirken die wahrscheinlich aus dieser Zeit stammende Reduktion und Auslaugung durch Meerwasser (HORNUNG 1931), da der jüngste Knollenmergel stets gelb erscheint. Im Rhät gelangen Tongesteine ohne Mikrofauna (BUCK 1953) und der bekannte Rhätsandstein mit Bonebeds, marinen Mollusken und Pflanzenresten zum Absatz (EHRAT 1920).

Die Zusammensetzung des feinkörnigen Sandsteins deutet teilweise auf Herkunft aus metamorphem Grundgebirge hin (PFEFFER 1941). In Mittelwürttemberg tritt Rhätsandstein in einem sich verzweigenden Streifenmuster auf. Diese Ablagerungsform wird als primär gegeben angesehen (EHRAT 1920). Dagegen steht nicht fest, ob Sandsteinrücken (LÖRCHER 1902) oder Rinnenausfüllungen vorliegen. Der Rhät-Ton gilt teils als Äquivalent des Sandsteins, mit dem er stellenweise verzahnt ist, teils als jünger (BUCK 1953).

Die stratigraphische Stellung des SW-deutschen Rhäts innerhalb des mitteleuropäischen ist im Einzelnen noch ungeklärt. WILL(1953) gliedert in NW-Deutschland in Triletes-Schichten (oben) und contorta-Schichten (unten). Letzteren dürfte der schwäbische Rhätsandstein entsprechen.

Mit dem Erscheinen der ersten Lias-Fossilien über dem Rhät oder Knollenmergel setzt gewöhnlich Fazieswechsel durch Kalksedimentation ein. Ausnahmen von dieser Regel stifteten in der Literatur beträchtliche Verwirrung. In Mittelwürttemberg ist erwiesen, daß der Lias mit einer geringmächtigen Lumachelle beginnt (STEMMER 1924, BUCK 1953). In Ostwürttemberg liegt zunächst Lias-Ton über dem Knollenmergel (HERLIKOFER 1926, USBECK 1952). Dann erst folgt überall die sogenannte Psilonotenbank, meistens aus mehreren Kalksteinbänken unterschiedlicher Körnung zusammengesetzt. In Baden und im Kanton Schaffhausen stellen sich Toneinschaltungen darin ein.

Die Ammonitenfauna des Kalksteins umfaßt zahlreiche wiederholt bearbeitete Arten der Gattung Psiloceras (QUENSTEDT 1858, POMPECKJ 1893, HOLLAND 1900, W.LANGE 1941, BLIND 1963). In Norddeutschland wird der Lias alpha 1 in drei untere Teilzonen a-c mit Psiloceras und Psilophyllites und in drei höhere Biozonen d-f mit Saxoceras gegliedert (LANGE 1941). Demgegenüber charakterisiert die Gattung Psiloceras in den österreichischen Nordalpen alle vier Biozonen I-IV des Lias alpha 1 (BLIND 1963). Saxoceras und Psilophyllites sind in den Alpen unbekannt, ersteres bislang auch in Süddeutschland.

Vom Aufbau und von der Ammonitenverteilung im württembergischen Psilonotenkalk, wie ich die "Psilonotenbank" neutral nenne, herrschen zwei gegensätzliche Vorstellungen:

Einerseits gibt es zahlreiche Mitteilungen über völlig regellose Faziesausbildung der Kalksteinbänke mit beliebiger Mischung verschieden alter Psilonoten darin (FRANK 1930, u.a.). Aufarbeitung und Umlagerung, auch für die Ammoniten nachgewiesen, erklären diese Regellosigkeit (ALDINGER 1933). Der Psilonotenkalk wird deshalb als stratigraphische Einheit aufgefaßt, die sich nicht weiter gliedern

lassen soll. Dazu liegen jedoch keine systematischen Untersuchungen vor, kaum einmal genaue Angaben über einzelne Aufschlüsse (SCHALCH 1880 und 1920, HOFFMANN 1927).

Andererseits wird aus Mittelwürttemberg eine vertikal gleichsinnige Faziesabfolge im Psilonotenkalk beschrieben, während sich die Psilonoten in zwei begrenzten Gebieten unterschiedlich verhalten sollen. Sie folgen in dem einen Gebiet in der bekannten phylogenetischen Reihe übereinander, in dem anderen verkehrt sich diese Abfolge ins Gegenteil (WETZEL 1929 und 1932). Erklärungen hierfür fehlen bisher. Weiterhin schlägt WETZEL eine Zweiteilung des Psilonotenkalks vor (I,II), wobei je nach örtlicher Ausbildung alphabetisch bezeichnete Unterabteilungen ausgeschieden werden. Das Schema stützt sich nicht auf paläontologischen Grundlagen, vielmehr will es diese kritisch beleuchten. Es benutzt nur petrographische Merkmale.

Die Stratigraphie von Rhät und Lias in Südwestdeutschland war in den zwanziger Jahren heftig umstritten. VOLLRATH (1924) glaubte nachweisen zu können, daß Knollenmergel, Rhät und Lias alpha mitamt ihrer Fauna faziell bedingt , und je nach Stand der fortschreitenden Lias-Transgression abschnittsweise gleichaltrig wären. Für den Lias alpha 3 stellte jedoch WALLISER (1956) fest, daß die Ammoniten in streng eingehaltener Folge in bestimmten Bänken leiten, und daß VOLLRATHs Rückschlüsse auf irrtümlichem Schichtvergleich im Bereich der Oolithenbank (=Basis L.alpha 2) beruhen. Weiterhin entsprechen sich laut USBECK (1952) die Lias-alpha-1-Ablagerungen Mittel- und SW-Württembergs nach der Mikrofauna zeitlich einigermaßen. Dabei wurden besonders die Tone über dem Psilonotenkalk untersucht.

Lediglich im Rhät-Lias-Grenzbereich gilt noch VOLLRATHs Ansicht fazieller Verknüpfung, wie G.WAGNER (1960) in Bild 428 darstellt. Demnach ist mit drei verschieden alten Rhät-Vorkommen zwischen Württemberg und der Schweiz zu rechnen. Eine wesentliche Voraussetzung dafür, lückenlose Sedimentation vom Rhät in den Lias hinein, ist noch nicht restlos widerlegt worden. Zwar erscheint das Rhät inzwischen schärfer begrenzt und in deutlichem Gegensatz zum Lias — eine Schichtlücke zwischen Rhätsandstein und Psilonotenkalk gilt als gesichert (BUCK 1953) —, doch stehen an zwei Fundorten Überreste von umgelagerten Psilonoten in Bonebedlagen innerhalb typischen Rhätsandsteins (E.v.HUENE 1933) in gewissem Widerspruch dazu.

In den folgenden Ausführungen soll für die Rhät-Lias-Grenze festgestellt werden, ob das Rhät von primär und gleichzeitig gebildetem Psilonotenkalk überlagert wird, und in welchem Maß aus Aufarbeitung des Psilonotenkalks Sedimentations-Unterbrechungen ablesbar sind.

Zu diesem Zweck habe ich den Psilonotenkalk an mehr als 150 Stellen, die ungefähr gleichmäßig über das Arbeitsgebiet verteilt liegen, auf seine Zusammensetzung und Ammonitenführung hin untersucht. Das Rhät bezog ich nach Möglichkeit mit ein. Eine geschlossene Übersicht von seiner Verbreitung und Ausbildung gebe ich allerdings nur vom Kleinen Heuberg bei Balingen.

II. Profile

1. Vorbemerkungen zur Darstellungsweise.

Zur Einteilung des Untersuchungsgebietes bieten sich vier geographische Abschnitte an. Drei davon sind mit Landschaftsnamen belegt, während die vierte Bezeichnung "Donau-Rhein-Zug" von SCHALCH eigens für geologische Zwecke geprägt wurde. Die Landschaftsbezeichnungen sollten hier cum grano salis verstanden werden. Besonders die Bezeichnung "Kleiner Heuberg" umfaßt angrenzende Gebiete, die geographisch nicht mehr dazu gehören.

Die Einteilung nach Meßtischblättern 1:25000 (Abb. 1) diene zur ersten Orientierung. Jeder spätere Abschnitt enthält eine eigene Übersicht mit eingetragenen Aufschlüssen. Die Koordinaten der Profile sind auf den Seiten 116 und 117 zusammengestellt.

Die lithologische Vielfalt des Psilonotenkalks veranlaßt mich die meisten Profile individuell anzuführen. Jedes Textprofil beginnt im Hangenden des Psilonotenkalks und endet in den verfärbten Knollenmergeln. Rhät-Profile ohne ungestörten Anschluß zum Psilonotenkalk wurden bis auf eine Ausnahme nicht verwendet. Ich schließe also im Text rhätische Profile, soweit vorhanden, unmittelbar dem Lias an, um Wiederholungen in den Lokalitätsangaben zu vermeiden. Die Erörterungen finden später wieder getrennt statt.

Einzelne Glieder der Rhät-Profile bleiben innerhalb ihrer Aufschlüsse horizontbeständig. Deshalb genügen dafür Textbeschreibungen. Zur prägnanten Darstellung des Psilonotenkalks sind jedoch Profilskizzen unerläßlich. Nur manchmal umfassen sie auch das Rhät, obwohl es unter mehr als der Hälfte aller hier genannten Psilonotenkalkprofile vorkommt.

Am Beispiel des Profils Hirschhalde gebe ich auf der nächsten Seite eine L e g e n d e f ü r a l l e f o l g e n d e n P r o f i l s k i z z e n . Die Maßangaben erfolgen in cm. Höhen- und Längenmaßstab betragen ausnahmslos 1:20, um die Darstellung wichtiger Einzelheiten zu ermöglichen. Ich habe die Bilder nach der Natur gezeichnet, wobei nur an den seitlichen Profilrändern (relative Festigkeit gegenüber Verwitterungseinflüssen) und manchen Grenzflächen der verschiedenen Faziseinheiten (je nach Verwitterungsgrad unterschiedlich scharf ausgeprägt) schematisiert wurde.

Insgesamt konnte ich 379 Psilonoten oder Bruchstücke davon dem Anstehenden entnehmen. Unter Einbeziehung eines Fundstücks (380.) von Herrn Dr.K.VOGEL, Frankfurt, und eines Exemplares (381.) der Tübinger Sammlung werden diese Ammoniten unter der Katalognummer Ce 1266/1-381 im Geologischen Institut der Universität Tübingen aufbewahrt. In den Profilbeschreibungen zitiere ich jeweils nur die individuelle Kennziffer in Klammern.

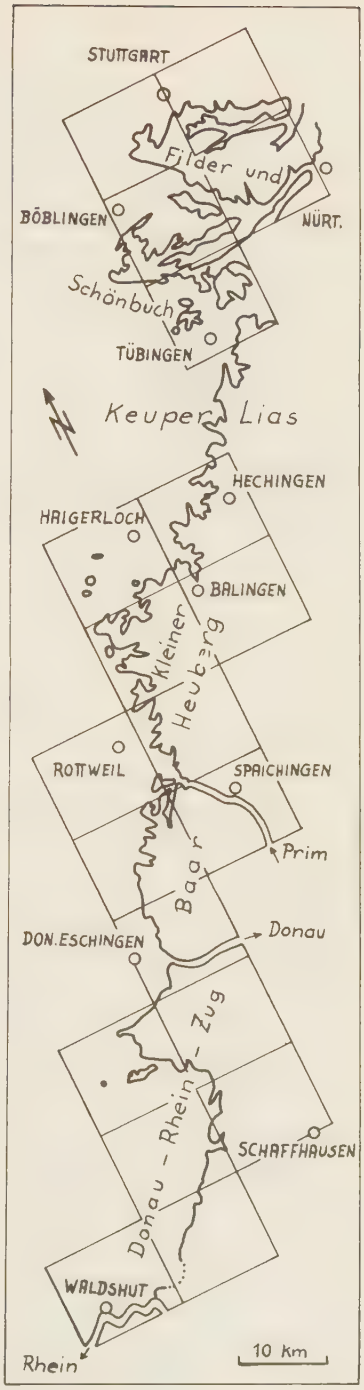
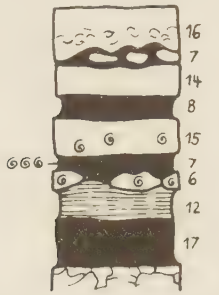


Abb.1.

Legende zu den Profilskizzen :



Kalkstein, Lumachelle

Kalkmergel von unterschiedlicher Zusammensetzung

Schieferton

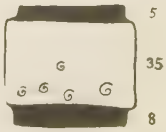
(Ammoniten)

Die folgenden vier Abschnitte (II. 2-5) enthalten im Wesentlichen das zusammengestellte Beobachtungsmaterial. Die daran anschließenden Erörterungen (Kapitel III.-V.) sind weitgehend für sich verständlich abgefaßt, so daß es möglich ist nur bei eingehender Orientierung auf die ausführlichen Profile zurückzublättern.

2. Filder und Schönbuch.

Eine Übersicht zur Verteilung der Aufschlüsse 1-38 befindet sich in Abb.2. – Vom N o r d r a n d d e r F i l d e r gibt vor allem FRANK (1930 und 1932) ausführliche Rhät-Lias-Grenzprofile an, jedoch nur mit pauschalen Faziesangaben zum Psilonotenkalk. Eine der Lokalitäten fand ich aufgeschlossen. Im übrigen stammen meine Profile aus bisher unbekannten natürlichen Aufschlüssen.

1. Böschung unterhalb des Fahrweges vom Katzenbacher See zu der Kurmärker Kaserne (Stuttgart-Vaihingen):



Hangendes: Grüngrauer Schieferton. Darin verrutschte Kalksteinbrocken mit Psilophyllites hagenowi.
5 Dunkelgrauer Kalkmergel mit schiefriger Textur
35 Blaugrauer Kalkstein, feinkörnig, schlierenweise gröber. 10 cm über der Basis Psiloceras plicatulum(1.). Bis zur Bankmitte Psiloceras planorbis(2.-4.), Ps.(Curviceras)subangulare (5.), Ps.(Caloceras)johnstoni(6.), Pecten, Lima und Pyrit.
8 Schiefriger Kalkmergelstein, bituminös und hart.
2 Erdige Mulmlage, nach unten unscharf begrenzt.
35 Hellgrauer, teils vergilbter Ton ohne Fossilien.
110 Grüngrauer Ton mit äußerst feinen Sandschmitzen. Stellenweise sphäroidale Absonderung. Anschluß zum Knollenmergel unbekannt.

Die Fazies der Psilonotenbank – hier trifft der Name zu – läßt keine Regelmäßigkeit erkennen. Nahe der Basis erscheint dichter Kalkstein in deutlich umgrenzten Fetzen neben feinspätigem Material.

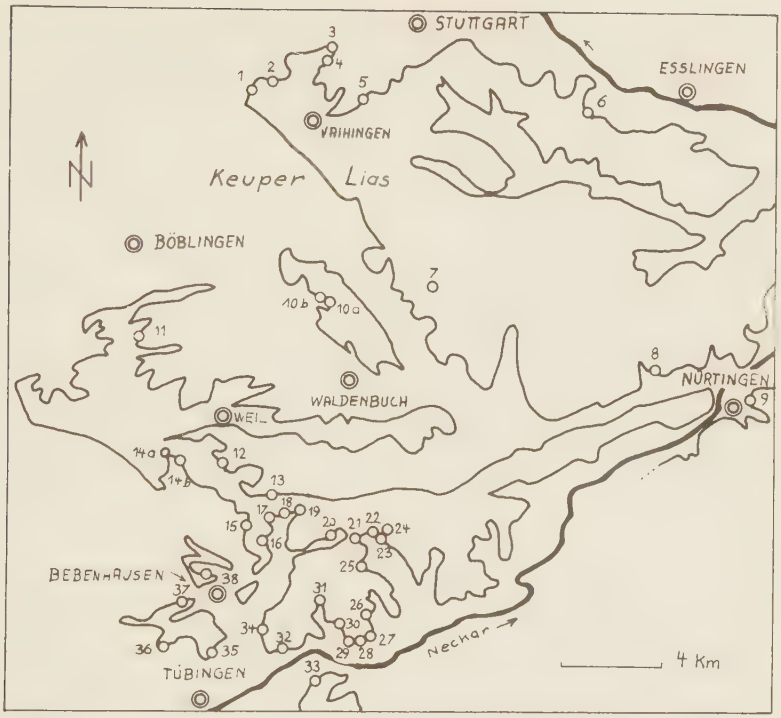


Abb.2.

Die Ammoniten liegen mit verschiedenen Neigungswinkeln im Sediment, selten schichtparallel.

Ähnliche Verhältnisse traf ich 500 m nordöstlich in einem ebenfalls tiefen Anriß bei Büsnau. BUCK (1953) beschreibt von hier Rhät.

2. Bachanriß im Wald "Büsnauer Rain", 1 km S Stgt.-Büsnau:

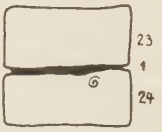
5 Mergelige Übergangslage, schiefrig.
34 Taubengraue Kalksteinbank, überwiegend feinkörnig. Mya, Lima, Ostrea irregularis, ein Gastropode. An der Bankbasis Psiloceras (Curv.)harpoptychum(7.8.), im Hangenden Ps.(Curv.)subangulare(9.10.).
6 Dunkelblauer, feinspätiger Kalkmergelstein. Viel Pyrit. Zerknitterte Muschelschalen. Bei Verwitterung weitgehende Auflösung in dünne Lagen.
5 Rostbrauner Ton.
16 Hellgrauer Ton, stark vergilbt.
215 Grüngrauer Ton mit Sandschmitzen, ganz aufgeschlossen.
6 Buntes Bonebed, auskeilend. Durch Pyrit verkittetes Gemenge aus Zähnchen, schwarzen Koprolithen, überwiegend grünen Mergelfetzen, einigen Quarzkörnern und wenigen dichten Steinmergelgeröllchen rötlich grauer Farbe. Die eingeregelt liegenden

Einschlüsse sind scharf gegen den Keuper abgegrenzt.
50 Giftig grüner, ungeschichteter Knollenmergel, darunter rot.

Auch hier keine Differenzierung des stahlharten Psilonotenkalks. Ein verrutschter Kalksteinklotz im Bachbett lieferte Ps.plicatulum.

An der NO-Ecke des Pfaffenwaldes bei Vaihingen steht Lias an.

3. NO-Pfaffenwald, Tobel am Ostende des "Fritz-Wertz-Weges":

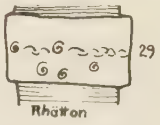


23 Homogene Kalksteinbank, bis auf Echinodermenreste fast völlig fossilfrei.
1 Mürbe Mergellage.
24 Harter Kalkstein, schlierenweise feinspätig. Oben Ps.(Curv.)subangulare(11.).
145 Ton, oben vergilbt, unten grüngrau. Basal ein rostrotes Band von zersetztem Pyrit.
10 Gelber Mergel, weiter unten olivgrün und im Liegenden rotbraun.

Die rostrote Basis des Rhättons, um den es sich hier handelt, ist als Fortsetzung des Bonebeds von Büsnau aufzufassen.

An der Straße "Im Himmel" (Vaihingen) bietet sich Gelegenheit, die mutmaßlichen Äquivalente der "hagenowi-Bank" aus dem ersten Profil und die "subangulare-Bank" (FINCKH 1910, FRANK 1930) zu studieren. Sie stehen in einer Böschungsgrube W der Straße an. Ich fand in einer Lumachelle eindeutig aufgearbeitete Schalenreste von berippten Ammoniten (12.). Am nördlichen Ende der Straße liegt 6 m tiefer der nächste Aufschluß.

4. Aussichtspunkt "Himmel" (Vaihingen):

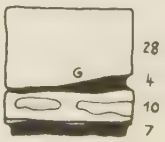


29 Harter Kalkstein. In der Mitte Psiloceras (Curviceras)sp.(13.) und Ps.(Discamphiceras) cf.megastoma(14.) mit 4,5 cm Windungshöhe, die auf 20 cm Ø schließen läßt. Schalenpflaster von Lima und Cardinia. Die untere Hälfte lieferte Ps.(Caloceras?)(15.) und Ps.(Curv.)subangulare(17.) und aff.subangulare(16.) inmitten zahlreicher Muschelreste.
90 Grauer Ton, worüber der Kalkstein etwas verrutscht liegt. Die folgenden grüngrauen Mergel sind oben für 2 cm rostbraun.

Beachtung verdient Ps.(Discamphiceras), von dem leider nur der achte Teil zweier gekammerter Umgänge vorliegt. Der Rhätton hat mit dem Fortschreiten nach Osten weiter abgenommen.

Vom Aussichtspunkt "Himmel" überblickt man das ganze obere Nesenbachtal mit weiteren Anrissen in der steilen Böschung von Rhät und Lias.

5. Klinge im Haldenwald, Fuchsstraße, Stuttgart-Sonnenberg:



12 Feinkörnige Kalksteinlinsen mit Muscheln.
40 Schieferton, grüngrau und glimmerig.
28 Grauer Kalkstein, sehr hart und fossilarm. Nautilus sp.. Unten Ps.(Curv.)harpoptychum (18.) mit mergelerfüllter Wohnkammer.
4 Schwarzer Mergel, dünnblättrig.

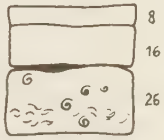
10 Massiver Kalkstein, fossilreicher als die obere Bank. Mehrere 5 cm dicke Fladen dichten Kalksteins ohne Einschlüsse sind eingelagert. An der Basis ein Nagelkalkbänkchen.
7 Dünne schwarzbraune Kalkmergelblätter, im frischen Zustand fest.
2 Rostfarbener Mulm.
90 Grauer Ton, geschichtet, unten für 1 cm rostrot.
50 Olivgrüner, ungeschichteter Mergel über rotem Knollenmergel.

Im Bachlauf ist dieses Profil bis über die Oolithenbank vollständig entblößt. Seine festeren Bänke im Schwaichel gestatten jedoch keine zwanglose Parallelisierung mit dem Hangenden der Profile 1 und 4. Genau 3,34 m über dem Psilonotenkalk entnahm ich einer anstehenden, frisch freigespülten Schiefertonfläche ein flachgedrücktes Exemplar von Ps.(Curviceras?)(19.). Weiterhin erbrachte längeres Klopfen Ps.cf.plicatulum(20) aus einem verstürzten Brocken Kalkstein. Dichte Einschlüsse darin wie in "10" des letzten Profils berechtigen zur Annahme, im entsprechenden Horizont gesammelt zu haben. An bereits angewitterten Fladen war feine schichtparallele Riefung erkennbar.

1 km nördlich von hier, an der Heinestraße (Stgt.-Degerloch), war vom Psilonotenkalk nur die Mächtigkeit festzustellen. 120 cm grauer Rhätton (unter 42 cm Kalkstein) bedeutet eine Zunahme gegenüber Haldenwald und Himmel. Die Grenze zum km_5 bildet hier 2 cm Rhätsandstein. Damit bestätige ich HORNUNGs Befunde (1931).

Ich schließe vier weit verstreute Profile innerhalb des N ü r t i n g e r - E ß l i n g e r N e c k a r b o g e n s an. Sie stellen gleichsam einen Ausblick auf die östliche Nachbarschaft des Untersuchungsgebietes dar.

6. Tobel im Klebwald nördlich Ruit, Kreis Eßlingen:



8 Grüngrauer Kalkstein, feinkörnig und mergelig.
16 Dunkelgrauer, mergeliger Kalkstein.
26 Harte Kalksteinbank. Obere Hälfte fossilarm, tiefer als Lumachelle ausgebildet. Ihre Pecten- und Lima-Schalen sind gut eingeregelt. Oben Ps.cf.subangulare(21.), abwärts bis zur Mitte Ps.(Cal.)johnstoni(22.23.). Inmitten der Bank Ps.planorbis(24.) neben Ps.(Curv.)harpoptychum(25.). An der Basis und dicht darüber Ps.(Cal.)johnstoni(26.27.) mit Ps.(Curv.)cf.harpoptychum (28.).
40 Hellgrauer Rhätton.
200 Rhätsandstein.

An diesem Profil interessieren vor allem die Ammoniten. Von unten nach oben folgen deutlich übereinander: johnstoni; johnstoni und harpoptychum; planorbis und harpoptychum; johnstoni; subangulare. Alle Fossilien sind gut erhalten und vollständig. Die Wohnkammerfüllung mancher Psilonoten bröckeln leicht ab, weil sie gegenüber den kalzitisierten Phragmokonen mergelig sind.

Hinweise auf den folgenden Aufschluß verdanke ich Herrn Dr. RIECK, Hohenheim. Angeschnitten war die südliche Filderverwerfung in Höhe der Rhät-Lias-Grenze.

7. Baugrube Stetten (Filder):

30 Psilonotenbank mit folgender Gliederung:
11 Grauer, feinspätiger Kalkstein , zähe, aber schichtparallel spaltbar. Große Lima-Schalen, dichte Kalkgerölle (10 cm Ø). Sie sind randlich von fadenförmigen Bohrgängen durchzogen. Angewittert erscheinen sie mergelig und zeigen eine dünne festere Rinde; innen feine Streifung.
19 Grauer gestreifter Kalkstein, völlig dicht, mit wenigen blattfeinen Schill-Lagen abwechselnd. Nur kleinwüchsige Schalen von Inoceramus? mit der Wölbung nach unten. Etwa 8 cm über der ebenen Bankbasis fanden sich in einer der mm-feinen Schill-Lagen 14 Ps.planorbis(29.-39.). Nur zwei Stücke davon besitzen über 15 mm Ø.
25 Grauer Rhät-Ton, nach oben gelb und zuletzt für 1 cm dunkelbraun. Darunter Rhätsandstein unbekannter Mächtigkeit.

In diesem Profil ist Aufarbeitung sicher zu erkennen. Psiloceras erscheint jedoch in einer ausgesprochenen Stillwasser-Fazies.

Bei Nürtingen fand HOLLAND (1900) eine anderorts unbekannte Vielfalt an Ammoniten. Außerdem gibt WETZEL (1932) ein schematisiertes Profil vom "Nürtinger Bahndamm". Es bestand also Grund genug, wenigstens einen Aufschluß bei Nürtingen genauer kennenzulernen, auch wenn er von den übrigen isoliert liegt. Zuvor ein Profil ohne Ammoniten aus dem unteren Schaichtal.

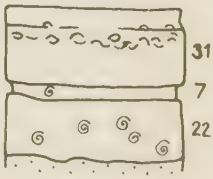
8. Felsenmeer am Westhang des Ulrichstein, 4 km WNW Nürtingen:

23 Grauer kristalliner Kalkstein mit Cardinia.
11 Dünne Kalkmergelblätter, sandig. Spätige Kalkpartikel und zerknitterte Lima-Schalen.
4 Flache Linse aus zähem Kalkstein, fossilarm. Bis zum Rhätsandstein im Liegenden noch 2 cm schiefriger Kalk wie in "11".

Schiefriger Kalkmergelstein tritt hier erstmals als gleichwertiger Hauptbestandteil in einem Profil auf, ebenso linsenförmige Einlagerungen homogeneren Materials darin. Sie werden weiter südlich häufiger im Psilonotenkalk erscheinen.

9. Bahndamm Nürtingen, 200 m NO des Bahnhofsgebäudes:

31 Kristalliner Kalkstein, im Dach schiefrig. Obere Hälfte reich an Cardinien.
7 Feinspätiger, blaugrauer Kalkstein mit kleinen Mergeleinschlüssen. Schwarze Geröllchen. Ps.(Curv.)sp.(40.41.).
22 Hellgrauer, stark sandiger Kalkstein. Fünf schlecht erhaltene Ammoniten der Untergattung Curviceras (42.-47.). Einzelne Muscheln. Ohne Übergang folgt Rhätsandstein darunter.



Die Ammonitenfauna entspricht weitgehend derjenigen HOLLANDs. Ps.planorbis fehlt. Stattdessen dominieren berippte Psilonoten mit großer Variationsbreite aus der Formengruppe um Curviceras. Keines

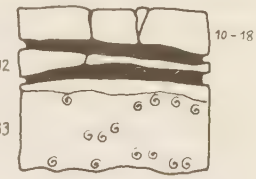
meiner Stücke gleicht dem anderen. Von der sandigen Beschaffenheit des Nürtinger Psilonotenkalks berichtet schon ENGEL(1900,S.243). Er nennt vom nahegelegenen Steinenberg Ps. planorbis.

WETZEL sieht am Nürtinger Bahndamm nur Teil IIa seiner sonst zweiteiligen Psilonotenbank entwickelt. Seine allgemeinen Angaben zu II als einem "weichen, tonig-sandigen Detrituskalk" (1929,S.186) mit nur wenigen Ammoniten vom "Subangularetyp" kann ich in diesem Fall grundsätzlich bestätigen.

Im nördlichen S c h ö n b u c h liegen meine Profile trotz konsequenter Suche ebensoweit verstreut wie auf den Fildern. E t südlich der Wasserscheide Schaich/Goldersbach häufen sich die Aufschlüsse. FRANK(1930) führt vom Psilonotenkalk manchmal Maße und Fazies zweier Psilonotenbänke an. Wo darin Ammoniten genannt werden, liegen Ps.subangulare in der oberen-, Ps.planorbis und plicatulum in der unteren Kalkbank. Auch EHRAT(1920) beschreibt den Psilonotenkalk nur bei Besonderheiten ausführlicher.

Nahe Steinenbronn fand ich den Pslonotenkalk vertikal stärker differenziert als im Norden. Zwei 400 m von einander entfernte Profile bleiben sich dabei recht ähnlich.

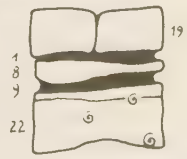
10.a Steinbruch am Klingenbach, 500 m N Steinenbronn:



10-18 Dunkelgrauer, feinkörniger Kalkstein, mergelig und fossilarm.
3 Schwärzliche Schiefermergel.
12 Dunkelgrauer Kalkstein.
3 Mergelige Schieferlage, bituminöser Geruch, Cidaris-Stacheln.
33 Blaugrauer, körniger Kalkstein.Schalenreste in spätigen Nestern. Oben Ps. (Curv.)aff.subangulare(48.-51.) und Ps. (Curv.)harpoptychum(52.). Bankzentral dieselbe Auswahl (53.54.). Im untersten dm tritt zu Ps.(Curv.) cf.subangulare(55.) Ps.(Cal.)johnstoni(56.). Dicht über der Basis liegen neben Ps.(Curv.)harpoptychum(57.) mehrere Ps.(Cal.) johnstoni(58.-60).
5 Schiefer der oben genannten Ausbildung (sie fehlen im Bilde).
76 Braungrauer Rhätton, durch feinste Sandschmitzen schichtig. Im Profil 10.b 65 cm mächtig. – Darunter 3 m Rhätsandstein.

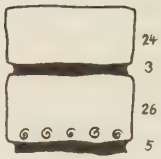
Im Profil 10.b liegt in der untersten Kalkbank Ps.(Curv.)harpoptychum(61.) ebenfalls über Ps.(Curv.)aff.subangulare(62.63.).

1,5 km NNO Holzgerlingen besteht der Psilonotenkalk im Waldgewann Mönchrain aus weniger Gliedern (Profil 11) als bei Steinenbronn. Doch stimmt oben blaugrauer, ziemlich feinkörniger Kalkstein, fossilarm, mit "10-18" des Profils 10.a überein. Desgleidie Unterbank in Gesteinszusammensetzung und Fauna mit Ps.(Cal.)johnstoni (64.-66.) und Ps.(Curv.)sp.



Profil 10.b

(67.68.). Hervorzuheben bleibt die Lage der Psilonoten ausschließlich an der Basis der Unterbank in sehr feinkörnigem Kalkstein mit nur spärlichen Schalenquerschnitten und einigen Echinodermenresten. Über 50 cm grauer Rhätton folgt darunter.



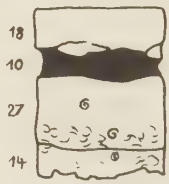
Profil 11

Der Reichhaldenbach legt 2 km O Weil (Schönbuch) die gleichen Verhältnisse bloß wie ich sie vom Mönchrain beschrieb. Allerdings ließen sich keine Psilonoten beibringen. Etwa 1 m Rhätton kommt hier vor.

2 km S Weil bot eine tiefe Klinge bessere Möglichkeiten zum Sammeln der Leitfossilien.

12. Klinge zwischen Holdermad und Klingenwald, 2 km S Weil:

18 Blaugrauer, feinkörniger Kalkstein ohne Fossilien. Andeutung linsenförmiger Absonderung.
10 Dünne Kalkmergelblätter, mäßig sandig.
27 Kalkstein. Oben einzelne große Lima-Schalen, tiefer als Lumachelle ausgebildet. Zentral und an der Basis Ps.cf.plicatulum(69.70.).
14 Dünnplattiger Kalkstein, Ps.planorbis(71.).
105 Grauer Rhätton auf entfärbtem Knollenmergel.



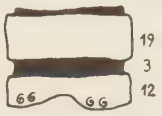
Profil 13 aus einem Trockentälchen 600 m ONO der Kälberstelle, S Dettenhausen, läßt sich unmittelbar anschließen. Wiederum liegt oben ein feinkörniger, fossilarmer Kalkstein mit linsenförmiger Absonderung, darunter Schillkalk voller Pecten- und Lima-Schalen. Dem Hangenden dieser Lumachelle entnahm ich Ps.(Curv.)subangulare(72.), Ps.(Curv.)sp.(73.) und Ps.(Cal.) johnstoni(74.) . Die eigentliche Grenzschicht zum Rhätton ist völlig verwittert.

Profil 13

Zwei Aufschlüsse im obersten Ochsenbachtal, das 2,5 km SW Weil beginnt, weichen unwesentlich ab vom Bauschema des 12. Profils. Hier läßt sich nach WETZEL in untere Psilonotenbank I und obere Psilonotenbank II gliedern. Dabei erscheint Ia entsprechend WETZELs Angaben als "sandige, ammonitenleere Schicht" (1929,S.183), Ib darüber als "sandarmer Detrituskalk". Zwischen I und II liegt ein schiefriges Band eingeschaltet; II ist ein dichter, blauer Detrituskalk, wie sich WETZEL ausdrückt.

Am Wasserfall des Ochsenbachs beim Eintritt in den Keuper (Profil 14.a) lagen an der feinkörnig ausgebildeten Basis des untersten massiven Kalksteins kleinwüchsige Exemplare von Ps.plicatulum(75.-77.) ,und in der Bankmitte außerdem Ps(Curv.)sp.(78.79.). Kaum 200 m O von hier in einem linken Seitentobel scharen sich zahlreiche Ps.planorbis(80.-83), Ps.plicatulum(84.-87.), Neophyl-

lites?(88.) und ohne nennenswerten Vertikalabstand Ps.(Curv.)harpoptychum(89.90.) um eine lokale Aufwölbung der Bankbasis des Profils 14.b. Der Zusammenhang zwischen Keuper und Psilonotenkalk fehlt übrigens den meisten Aufschlüssen in Bachläufen, weil die weniger feste Grenzschicht rasch abgespült wird. So stellen 30 cm Rhätton im Profil 14.b nur ein Mindestmaß dar.



Profil 14.b

Im oberen Kirnbachtal (4 km NO Bebenhausen) und in seinem Nachbargebiet zeigen selbst die kleinsten Wasserläufe überaus kräftige Erosion im Knollenmergel. Dementsprechend liegt der Psilonotenkalk darüber stets frei. Oft stehen mehrere m lange Aufschlüsse zur Verfügung.

15. Heckersklinge, 3 km NO Bebenhausen:

11 80 cm lange Linse grauen Kalkmergelsteins ohne Fossilien.
20 Stark mergeliger , zerklüfteter Kalkstein, feinkörnig. Einzelne schlecht erhaltene Lima- und Cardinien-Schalen neben einem Bruchstück von Psiloceras sp.(91.), 51 mm Windungshöhe.
8-10 Schwärzlicher, sandiger Kalkmergel mit schiefriger Textur.
13 Unverwittert dunkelgraue, grobspätige Kalksteinlinsen voller Schill. Meistens liegt völlig zermürbtes Material gelbbrauner Farbe vor. Ps.planorbis(92.-95.) hält in den Laibsteinen keine bestimmte Höhenlage ein. Daneben kommen Ps.(Cal.)johnstoni(96.) und Ps.(Curv.)harpoptychum vor (97.). Stellenweise liegt der Kalkstein auf wenigen cm Schiefermergeln wie "8-10", denen sich bis zu 2 cm erdfarbener Mulm anschließen kann (=weiße Schmitzen im mittleren Bild zwischen Knollen und Sandstein).
40 Grauer Rhätton. Durchnäßt erscheint er dunkelblau. Im untersten dm sind Sandsteinbänkchen gleicher Farbe eingeschaltet.
3 Harter Sandstein mit gelben Mergeleinschlüssen und abgerollten Vertebraten-Zähnchen. An der Basis Pecten acutauritus.
1 Lehmige rotbraune Lage.
70 Grünlichgelber, weiter unten roter Knollenmergel.

Im SW des Profils schiebt sich eine Rhätsandsteinzunge zwischen Rhätton und Psilonotenkalk ein. Unter Berücksichtigung des Sandsteinbänkchens "3" wird also der Ton, im ganzen Profil konstant 40 cm mächtig, von Sandstein eingeschlossen. Die mürbe Lage "1" möchte ich ähnlich deuten wie entsprechende Erscheinungen unter dem Vaihinger Rhätton (Profile 3u.5); es handelt sich um zersetzten Pyrit.

Aus der faziellen Beschaffenheit der Kalklinsen im Hangenden

("8-10") schließe ich auf konkretionäre Bildung innerhalb des Schiefertons und zähle sie nicht mehr zum Psilonotenkalk. Dieser besteht also aus fossilarmem Kalkmergelstein über einer laibsteiartigen Lumachelle und mergeligen Schieferzwischenlagen.

Die Psilonoten liegen im Schillkalk völlig vermischt. Bedeutsam ist der großwüchsige Ammonit in der Oberbank. Bei seiner Windungshöhe von 5 cm ist mit über 20 cm Ø zu rechnen.

Zwei Profile aus der Nähe der Bärlochhütte (0,5 km SW des Profils 15) führen eine weitere Variante in der Ausbildung des Psilonotenkalks vor.

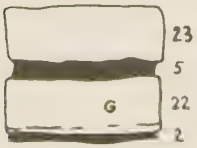
16. Bachanriß bei der Bärlochhütte, 2,5 km NO Bebenhausen:

22 Blaugrauer, feinkristalliner Kalkstein mit einzelnen großen Lima-Schalen. Zei Ammoniten, von denen nur schlecht erhaltene Bruchstücke mit 30- und 52 mm Windungshöhe zu gewinnen waren (98.99.).
4 Mergeliger Spatkalkstein, grauschwarz.
16 Harter Kalkstein, grobkörniger und fossilreicher als "22". Durch Verwitterung lösen sich dünne schichtparallele Blätter ab.
8 Fossilreicher Kalkstein . Ps.planorbis(100.-101.) und Ps.plicatulum(102.103.) in einem faustgroßen Stück.
5 Sandiger Kalkmergelstein, feinster Schalengrus.
3 Schiefriger Kalkmergel, verwittert.
40 Rhätton, oben bräunlich, unten hellgrau.
2 Rostroter Mulm auf gebleichtem Knollenmergel.

Hier ist zwischen planorbis-Bank sens.str. und der Oberbank mit den großen Psilonoten eine fossilreiche Schicht ("16") entwickelt, die bisher in anderen Profilen nicht in Erscheinung trat. Ihre Textur erinnert an die früheren Schieferlagen, hier einmal kalkreicher und mit weniger vollständig aufgeriebenen Schalen.

Die linke Böschung der Bärlochklinge zeigt ähnlichen Aufbau der Bänke. Von zahlreichen Ammoniten wurden Ps.planorbis(104.-107.) und Ps.plicatulum(108.-111.) dem untersten dm entnommen.

Aus den sieben nördlichen Spitzen des Kirnbachtals (Blatt Tübingen 1:25000, 4 km NO Bebenhausen) liegen fünf Profile in W-O-Richtung über 1 km verteilt vor. Das westlichste (Profil 17) weist typische Zweigliederung nach WETZEL auf, und zwar oben feinkörni-

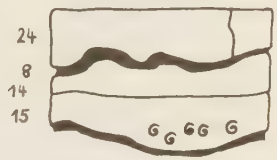


Profil 17

Profil 18

geren Kalkstein als unten, dessen Basis schließlich für 3 cm aus grauschwarzem, dichten Kalkstein mit Fukoiden, aber ohne Fossilien besteht. 10 cm über dieser Basis lag Ps.(Cal.)johnstoni(112.). 250 m ostwärts wird die Bank schillreicher und führt Ps.(Curv.) harpoptychum(113.114.). Abermals 200 m östlich zeigt Profil 18 erhebliche Mächtigkeitsschwankungen in der Unterbank. Ps.planorbis (115.), plicatulum(116.), Ps.(Curv.)harpoptychum(117.) und Ps. (Curv.)aff.subangulare(118.) kommen in feinspätigem Kalkstein an einer Stelle vor, wo er linsenförmig eingeschnürt ist. In der taubengrauen, schwach mergeligen Oberbank fand ich Ps.(Discamphiceras) cf.megastoma(119.) von 19,5 cm Ø.

Im Abstand von 500 m haben sich die Verhältnisse des Profils 18 nicht geändert. Die einheitliche Oberbank führt Ps.(Disc.?) (120.), allerdings nur ein größeres Schalenbruchstück. Die spätige und linsenförmige Unterbank lieferte Ps.(Curv.)aff.subangulare (121.). Schließlich der östlichste Aufschluß dieser Serie: In der Bärlochklinge (Pr.19) überspannt der 60 cm starke Psilonotenkalk über 5 m freitragend die Talsohle, einen Wasserfall bildend. Die Bankbasis enthält massenhaft Ps.planorbis(122.) und Ps.plicatulum(123.-127.). Auch dieses Profil entspricht faziell Nr. 18, wobei nur Schicht "14" neu hinzutritt. Ihre feinspätige Ausbildung gleicht kalkreichen Schieferlagen wie "16" in Profil 16.



Profil 19

Abgesehen vom Sandstein bei Steinenbronn sind die bisher genannten Rhät-Vorkommen für die Darstellung in einer geologischen Karte zu gering entwickelt. Immerhin ist Rhät an jedem Punkt erwiesen. Die folgenden Aufschlüsse liegen im Gebiet des beachtlich anschwellenden Rhätsandsteinzuges von Pfrondorf bis Waldenbuch (vergl. EHRAT 1920).

20. Rhätsandsteinbruch an der Eichenfirstklinge:

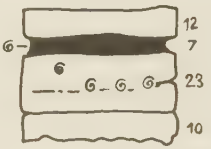
13 Mergeliger Kalkstein, einige Schalenreste.
4 Mürbe, schiefrige Mergellage.
10 Spätiger Kalkstein mit Cardinia und Lima.
6 Mergeliger Spatkalk, schiefrig.
26 Hellgrauer Kalkstein. Vor allem die untere Hälfte ist spätig ausgebildet und reich an Cardinien und Pecten. Zentral Ps.planorbis (128.129.) und plicatulum(130.). Mit Zähnchen, abgerollten Knochenresten, Koprolithen, Geröllen und viel (zersetztem) Pyrit weist die Bank alles auf, was ein Bonebed ausmacht. Unruhige aber scharfe Grenze zu über 2 m Rhätsandstein darunter.

Hier liegt eines der liassischen Bonebeds vor, die erstmals von

ROLLE(1858) aus dem Psilonotenkalk beschrieben wurden. Eine bestimmung der Komponenten war wegen starker Aufarbeitung nicht möglich. In jüngerer Zeit forderte PEYER(1943) zur schärferen Trennung rhätischer und liassischer Bonebeds von solchen der Rhät-Lias-Grenze sensu str. auf. Solange aber kein vollständigeres Material im Psilonotenkalk gefunden wurde, bleibt offen, ob es überhaupt nach der Zusammensetzung und nicht nur nach der stratigraphischen Lage dreierlei Bonebeds gibt.

Im Waldgewann Hirschplan, 2,5 km N Einsiedel, fand ich Ps.planorbis nochmals gesellig in der Basisbank des Psilonotenkalks vor. Alle weiteren Profile aus dem Raume Einsiedel-Pfrondorf lassen seine deutliche Trennung von höher spezialisierten Psilonotenformen vermissen. Ps.planorbis und plicatulum treten außerdem zahlenmäßig stärker zurück gegenüber harpoptychum und subangulare.

21. Hirschplan, 2,5 km N Einsiedel:



12 Grauer Kalkstein mit Cardinia und Lima.
7 Schwärzlicher Schiefermergel, sandig. Oben ein umgelagertes Wohnkammerbruchstück von Ps.(Curv.)aff. subangulare(131.).
23 Dunkelgrauer Kalkstein mit schwarzen Tonflasern, sandig. Schill und Echinodermenreste. Bankzentral Ps.planorbis(132.133.), teils schlecht erhalten.
10 Grobspätiger Kalkstein mit einzelnen Bonebedkomponenten. Unvermittelt darunter Rhätsandstein.

Kaum 200 m ostwärts wird gegenwärtig Rhätsandstein gebrochen. Der Psilonotenkalk weist gegenüber früheren Profilen Schichtlücken auf. Ich beschränke die Wiedergabe auf vier Punkte von der südwestlichen Steinbruchswand.

Dem Hirschplan am nächsten gelegen vertritt in Profil 22 hauptsächlich eine 34 cm starke Kalksteinbank mit Nautilus sp. und vielen Cardinien den Psilonotenkalk. 5 cm schiefriger Mergelgrus begrenzt ihn zum Rhätsandstein. Nur an einigen Stellen stecken darin Kalksteinlinsen mit etwas Schill. Manchmal liegen diese Fladen in Mulden der Sandsteinoberfläche. Die rechte, etwas höher gelegene Linse in Profil 22 ist kein deutlich begrenzter Laibstein, sondern eine kalkreichere Partie im Schieferhorizont ohne scharfe Grenze. Weiterhin zeigt die Skizze (s.u.) im Liegenden Sandsteinbänke (gepunktet), die jedoch soviel Kalk enthalten, daß sie mit ihrer blaugrauen Farbe von einem feinkörnigen Kalkstein schlecht zu unterscheiden sind. Rostige Mulmsprenkel, ein Pflasterzähnchen von Sargodon? und kleine Gerölle liegen darin.

Profil 23 wurde unmittelbar benachbart aufgenommen. Zu den

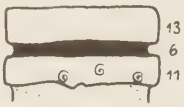
Profil 22

Profil 23

genannten Einschlüssen des Kalksandsteins, der diskordant über mächtigem, schräggeschichteten Sandstein liegt, treten hier zahlreiche Abdrücke von Modiola (vergl. Signaturen).

Im gleichen Steinbruch schließt nördlich Profil 24 an:

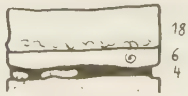
13 Grauer, kristalliner Kalkstein, Cardinien.
6 Schiefriges Mergelband.
11 Grüngrauer Kalkstein, fossilreich. Mehrere Ammoniten halten die Basis ein, teilweise unmittelbar auf den liegenden tonigen Rhätsandstein gebettet. Ps.(Cal.)johnstoni(134.), Ps.(Curv.)harpoptychum(135.136.), Ps.(Curv.)subangulare(137.).



Die unterste Bank schwillt nordwärts an und lieferte zu den genannten Ammoniten noch Ps.(Curv.)aff.subangulare(138.139.) und Neophyllites sp.(140.). Da ich in den Profilen 22 und 23 keine Psilonoten fand, fällt ihre Parallelisierung mit Nr. 24 schwer. Wahrscheinlich entsprechen sich jeweils die Schieferlagen, so daß einige der Knollen in Profil 22 die Schicht "11" in Nr.24 verkörpern. Wie weit Neophyllites als Beweis für die Vollständigkeit des Profils 24 anzusehen ist, bleibt dahingestellt. Diese Gattung tritt sonst mit Ps.planorbis auf.

Am Nordrand des Steinbruchs sind 6 m Sandstein durchgehend erschlossen. In Basisnähe steht er überaus dickbankig an. Feine Lagen aus winzigen rostroten Sprenkeln und einzelne Bonebedkomponenten (Zähnchen u.a.) durchschwärmen ihn und betonen seine Schrägschichtungsflächen. Sie wechseln vertikal über mehrere Meter mit cm-starken, harten Sandsteinlagen ab. Dadurch wird der einheitliche Charakter der Bezeichnung "Bonebed" völlig verwischt. Nur der alte Name "Bonebed-Sandstein" Entspricht hier den Tatsachen. Auf ähnliche Erscheinungen am Kleinen Heuberg weise ich hier bereits hin.

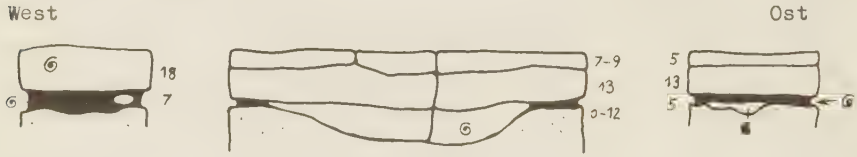
Profil 25 stammt aus der Büchelesklinge, 1,5 km N Einsiedel. Von 18 cm Kalkstein ist nur die Basis als Lumachelle ausgebildet. In der spätigen Bank "6" darunter lag Ps.(Curv.)harpoptychum(141.). Die



folgenden 4 cm bestehen oben aus verwitterten schiefrigen Mergeln, die mit unscharfer Grenze auf braunem Rhätton liegen. Eigroße Knollen harten Kalksandsteins erinnern an die Unterlage des Psilonotenkalks im Steinbruch Hirschplan (Profile 22 und 23).

In der Kohlplattenklinge (0,5 km SO Einsiedel, Profil 26) liegen zwischen 40 cm grauem Rhätton (über Sandstein) und Schieferton des untersten Lias 23 cm Kalkstein. Sein Aufbau entspricht demjenigen der weiteren Umgebung. Oben sind 5 cm mergelig und fossilleer, zentral tritt Kornvergröberung ein, und die Basis schließlich gleicht einer Lumachelle. Sie führt Ps.(Curv.)aff.subangulare(142.).

Am Südrand des Hochbehälters der Neckarstaustufe Kirchentellinsfurt liegt der aufgelassene Steinbruch Einsiedel, den schon WETZEL (1932) untersucht hat. Er gibt (S.460) ein Profil vom Westrand des Bruches, dessen Psilonotenkalk nur Abschnitt IIb aufweist. Bis auf dieses jüngste Glied fehlen also alle übrigen. Ich führe zwei Profile vom Ostrand und je eines aus der Mitte und vom Westrand an.



Profile 29 28 27

27. Einsiedler Steinbruch, Ostrand:

5 Kalkmergelstein.
13 Grüngrauer Kalkstein, mergelig-sandig und fossilarm.
5 Schiefriger Kalkmergelstein, sandig. Festere Fladen davon haften auf der Sandsteinoberfläche. Ps.(Curv.)harpoptychum(143. 144.), aff.subangulare(145.146.), cf.subangulare(147.) und Ps.plicatulum(148.) sind nur mit Fragmenten äußerer Windungen, meistens Wohnkammern vertreten.

Im Profil 28 liegt unter Bänken wie "5" und "13" des letzten Profils 12 cm harter, teils spätiger Kalkstein in einer Sandsteinmulde. Seine Muschelschalen sind mergelerfüllt; Bruchstücke von Ps.(Curv.)harpoptychum(149.). Die Ammoniten befinden sich in diesen Aufschlüssen sicher nicht auf primärer Lagerstätte. Dennoch sind die Rippen oft in aller Schärfe erhalten. Nur mergelige Stücke lassen Abrollung erkennen.

Die basale Kalksteinlinse des Profils 28 erscheint zwar als Füllung einer Rinne im Sandstein, doch auch Einlagerung in einen flachen Kessel wäre denkbar.

29. Einsiedler Steinbruch, Mitte:

18 Grauer Kalkstein, feinkörnig und mergelig. Lima gigantea. Zentral Ps.(Discamph.)cf.megastoma(150), 21 cm Ø, sehr schlecht erhalten, aber vollständig.
7 Rostbraune Kalkmergelblätter mit Tonflasern und Sand. Ps.(Curv.) subangulare(151.). Eine grüngraue Kalksteinknolle.

Das Ganze liegt auf tonigem Sandstein, ehe tiefer massiver Rhätsandstein folgt.

Am Westrand des Einsiedler Bruches, d.h. der Lokalität WETZELs, herrschen noch die Verhältnisse des Profils 29. Die schiefrige Unterlage der feinkörnigen und mergeligen oberen Bank ist hier etwas kalkiger und kompakter ausgebildet, führt aber auch Ps.(Curv.)harpoptychum(152.). 55 cm Rhätton folgt darunter. Ich kann somit auch hier WETZELs Angaben bestätigen; der ältere Teil des Psilonotenkalks fehlt.

Von den tiefen Bachanrissen SW Einsiedel erwähne ich nur ein Profil aus der Stangenhölzlesklinge, 1 km O Pfrondorf (Profil 30). Hier steht 30 cm Kalkstein, äußerlich eine einheitliche Bank, über 2 m Rhätsandstein an. Die obere Bankhälfte entspricht faziell dem oberen Teil der Aufschlüsse im Einsiedler Bruch, Während nach unten Kornvergröberung bis zu schillreichem Spatkalk einsetzt. In den untersten 5 cm Ps.planorbis(153.), Ps.(Curv.)harpoptychum(154.155.),Ps.(Curv.)subangulare(156.157.) und aff.subangulare(158.-160.). Schlecht erhaltene Exemplare von Ps.(Discamphiceras)sp.indet.(161.) und Ps.(Storthoceras?)(162.) gesellen sich dazu. Außerdem stecken Bonebedkomponenten, kleine Mergelgerölle und Holzreste darin.

Nordwestlich von hier stellen sich im Psilonotenkalk wieder Gliederungen wie in den Profilen des mittleren Schönbuchs ein. Zwischen zwei deutlich getrennten Kalkbänken, oben feinkörnig, fossilarm, unten grobspätig, liegt ein schiefriges Kalkmergelband. Im Profil 31 in der Brandklinge (1 km N Pfrondorf) fehlen allerdings Ammoniten. Die Schicht "10" führt zahlreiche Vertebraten-Reste wie Humerus von Ichthyosaurus, grünliche dichte Steinmergelgerölle und Koprolithen. Offenbar sind Bonebeds im Psilonotenkalk des südlichen Schönbuches keine Seltenheit. Der Bonebed-Kalkstein haftet fest auf 15 cm flaserigem Rhätsandstein. Dann folgt grüner, ungeschichteter Knollenmergel.

Profil 31

Die Pfrondorfer Rhätsandsteinbrüche sind seit QUENSTEDT unter anderem durch Psilonotenreste bekannt, die in die Sandsteinoberfläche hineingearbeitet vorkommen. Während es sich dabei hauptsäch-

lich um kleine Exemplare von Ps.(Curv.)cf.harpoptychum und cf. subangulare handelt, lieferte der eigentliche Kalkstein im östlichen Bruch Ps.(Curv.)subangulare(163.) und den Rest eines 5 cm hohen Ammonitenumgangs mit blassen Lateralrippen. Ps.plicatulum kommt ebenfalls vor, wie ein Stück unbekannter Herkunft aus dem östlichen Bruch anzeigt.

Fladen mergeligen Kalksteins überziehen den Sandstein, wo er durch den Abbau des minimal 16 cm starken Kalkmergelsteins entblößt wurde. Ähnliches habe ich im Profil 27 abgebildet. Dort waren die Psilonoten noch stets Bestandteile überwiegend kalkiger Nebengesteine (Schiefermergel). Bei Pfrondorf stecken die meist stark korrodierten Ammonitenreste stellenweise in den obersten cm des Sandsteins.

Im mittleren Steinbruch von Pfrondorf erscheinen Kalksteinlinsen wie im Einsiedler Bruch (Profil 28) in den Sandstein eingesenkt.

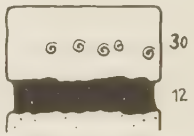
32. Rhätsandsteinbruch, 1 km SW Pfrondorf:

11 Feinkörniger Mergelstein, Cardinien und Ps.(Curv.)subangulare (164.).
9 Sandiger Kalkstein mit Lima und Pecten. Unten ein umgelagertes Bruchstück von Ps.(Curv.)cf.harpoptychum(165.).
37 Kalksteinlinse, 3 m lang, oben horizontal abgeschnitten. Hellgraues, zähes und grobspätiges Gestein. Ps.(Curviceras)sp. (166.) und harpoptychum(167.).

Im vorliegenden Fall war der Eindruck eines flachen, kalkerfüllten Trichters im Sandstein stärker als im Einsiedler Bruch. Die Linse "37" nimmt nach O, W und SO ab. — Ein Profil südlich des Neckars lautet folgendermaßen.

33. Rhätsandsteinbruch, 1 km N Kusterdingen:

30 Einheitliche Bank aus kristallinem Kalkstein; zentral in einer Lage: Ps.(Curv.)harpoptychum (168.169.), aff.subangulare(170.) und cf.subangulare(171.). Darunter lagen drei Rippenstücke, Holzreste und große umgestürzte Limaschalen, so daß aufgewachsene Exemplare von Ostrea irregularis nach unten weisen.



12 Sandiger, schiefriger Kalkmergelstein auf Rhätsandstein.

Obwohl im Aufbau starke Ähnlichkeit mit Profil 29 vorliegt, sprechen die Ammoniten-Funde gegen eine Gleichsetzung. Desgleichen will der Anschluß zum mittleren Schönbuch nirgends gelingen.

Wesentlich günstigere Bedingungen dafür bietet ein nahezu 0,5 km langer Steinbruch im Waldgewann Hägnach. Zwei an seinem Nord- und Südende aufgenommene Profile ergaben keine grundsätzlichen Unterschiede. Ammoniten fand ich nur am Nordrand.

34. Nordrand des Steinbruchs Hägnach, 2 km W Pfrondorf:

22 Feinkörniger, etwas mergeliger Kalkstein mit feinspätigen

Schlieren. Unten sind Cardinien häufig, sonst fossilarm. 3 cm über der Basis Ps.(Disc.)cf. megastoma(172.), 21 cm Ø, schlecht erhalten, fast nur ein Abdruck.

10 Feinspätiger Kalkstein ohne Fossilien, frisch sehr hart. Schiefrige Textur angedeutet.

11 Feinkörniger Kalkstein, wenige Muscheln. Gute Fossilerhaltung gegenüber "22". Ps.plicatulum(173.). Unten dichte hellgraue Kalkgerölle. Hybodus-Zähnchen. Darunter massiver Rhätsandstein.

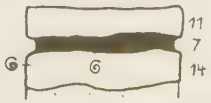
Die Fundortangabe eines großwüchsigen Ammoniten aus der Sammlung WETZEL, "Hägnach Ib" (WETZEL 1385), deutet auf Schicht "11" im Profil 34 hin, nach WETZEL ein sandarmer Detrituskalk mit Ps. planorbis und plicatulum. Ps.(Discamphiceras)cf.megastoma von hier (WETZEL 2254) stammt dagegen aus "SZ/II", der Grenze vom Zwischenmittel zur höheren Bank II, d.h. aus dem Übergang von "10" nach "22" im obigen Profil.

ALDINGER(1933) erwähnt vom Gewann Hägnach Psiloceraten und Muscheln mit mürben Mergelfüllungen sowie Fetzen mergeligen Kalkes in harten detritogenen Kalksteinbänken. Konsequenterweise schließt der Autor auf den Absatz einer mergelreichen Psilonotenbank A, von der nach völliger Aufarbeitung nur die ehedem enthaltenen Fossilien (Psilonoten) in der später abgesetzten und heute vorliegenden Psilonotenbank erkennbar sind. ALDINGER versucht damit widersprüchliche Ammoniten-Folgen im Psilonotenkalk von Hägnach und Waldhausen zu erklären.

WETZEL fand hier mehrmals Psiloceras subangulare in deutlich getrennten Schichten unter Ps.planorbis und plicatulum, worüber wiederum, nunmehr in normaler Reihenfolge wie z.B. in Norddeutschland, Ps.subangulare und johnstoni liegen. Leider fehlen heute Aufschlüsse bei Waldhausen. Aus seiner Umgebung gibt WETZEL zahlreiche Befunde und ein Profil mit den Psilonotenkalk-Gliedern I, IIa und IIb an (1932,S.460). Mit Waldhausen ist nämlich das Westende des von Nürtingen über Pfrondorf und Hägnach reichenden "peripheren" Verbreitungsgebiets der widersprüchlichen Ammonitenfolge erreicht. Im nördlich angrenzenden "Zentralgebiet" (Filder und Schönbuch) liege normal Ps.planorbis an der Kalksteinbasis.

Waldhausen zunächst gelegen bietet ein alter Steinbruch auf der Eberhardshöhe mehrere Grenzaufschlüsse mit ähnlichem Aufbau wie die Profile 27 und 29. Nachfolgend ein Profil mit dem einzigen horizontiert gefundenen Ammoniten.

35. Steinbruch auf der Eberhardshöhe (Tübingen):



11 Feinkörniger, mergeliger Kalkstein, mit einzelnen Cardinien.

7 Sandig-mergelige Schieferlage.
14 Blaugrauer, grobkristalliner Kalkstein, sehr hart, fossilreich. Ein Bruchstück von Ps.(Curv.)aff.subangulare(174.). Darunter unvermittelt Rhätsandstein.

Ich kann also kein Profil mit Ps.subangulare unter und über Ps.planorbis aufweisen. Nur bei Pfrondorf ist Ps.plicatulum über umgelagerten Exemplaren von Ps.subangulare wahrscheinlich. Weiterhin liegen beide Formen in Kalkknollen der Heckersklinge und am Kirnrain (Profile 15 und 18) gemischt, desgleichen weicht Ruit (Profil 6) vom normalen Schema ab.

Von Profil 35 westwärts bis zur 450 m entfernten Waldhäuser Straße sind noch drei Aufschlüsse zu besprechen.

Herr Professor HÖLDER gewährte mir Einblick in zwei Handzeichnungen von Professor WETZEL. Sie stellen den Psilonotenkalk an der heutigen Straße "Auf dem Kreuz" am N-Rand Tübingens dar. Ich gebe sie verkleinert umgezeichnet in Abb. 3 wieder. Aus Vergleichen mit anderen Vorkommen schließe ich auf Maßstäbliche Darstellung. Ein-

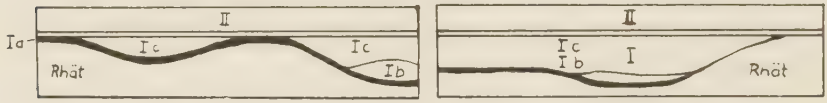


Abb.3.

zelheiten über die Gesteinsausbildung wären WETZELs allgemeinen Angaben zur Fazies des Psilonotenkalks zu entnehmen. Beschreibungen bestimmter Aufschlüsse fehlen bei ihm.

Herrn cand.geol.OHM verdanke ich die Mitteilung, daß 100m W der Kreuzung Spemannstraße/Auf dem Kreuz über 30 cm Rhätsandstein 1 m dunkelgraue Tone liegen. Laut Mikrofauna handelt es sich um Lias-Ton. Ob Psilonotenkalk fehlt oder faziell durch den Ton vertreten wird, ist unbekannt. Es ist im Hinblick auf seine starken Schwankungen im benachbarten Aufschluß "Hochbehälter" (ROLL 1933) nicht ausgeschlossen, daß er auskeilt. Hier und an der Böschung der Waldhäuser Straße (BÖHM 1933) enthält der Kalkstein größere Tonklumpen. BÖHM fand darin massenhaft Cidaris-Stacheln und einige Lias-Foraminiferen. ROLL beachtet diese Angaben nicht und leitet die Einschlüsse vom Knollenmergel her. Eine Zweiteilung des Kalksteins am Hochbehälter ist angedeutet.

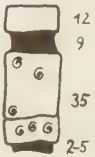
Über den Erosionsrinnen im Knollenmergel der "Wanne" konnte ich die Rhät-Lias-Grenze aufgraben.

36. Westrand der "Wanne", 1,5 km SW Waldhausen:

4 Zermürbte Mergellage.
14 Grauer, fossilarmer Kalkstein.
13 Braungrauer, schiefriger Kalkstein, tonig-sandig; geplättete Lima-Schalen, sonst nur feiner Schalengrus.
15 Oben 9 cm grauer Kalkstein mit nur wenigen Muscheln. Darunter ein durch spätigen Kalk verbackenes Haufwerk von Lima, Cardinia, Pecten und Ostrea, meist tiefgründig verwittert. Ps.(Curv.)harpoptychum(175.176.), Ps.(Cal.)johnstoni(177.-182.) und Ps.(Storthoceras?)(183.), ein 3 cm hohes Windungsfragment mit kräftigen Flankenrippen.
1 Mürber, dunkelbrauner Tonmergel.
100 Hellgrauer Rhätton auf gelbgrünem Knollenmergel.

Zum Vergleich sei an Profil 34 von Hägnach erinnert, mit dem die mittlere und obere Bank (auch ohne Discamphiceras) übereinstimmen dürften, nicht aber der Basiskalkstein. Er fürt hier Ps. johnstoni, dort Ps.plicatulum. Daß das Zwischenmittel nicht nur als dünne Lage auftritt, sondern den Kalkbänken an Mächtigkeit ebenbürtig sein, diese sogar übertreffen kann, geht aus WETZELs Darstellung nicht hervor.

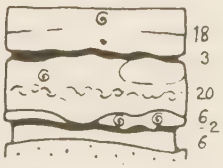
37. Steinbruch an der Geißhalde, 1,5 km WSW Bebenhausen:



12 Grüngrauer, harter Kalkstein, einzelne Schalenreste.
9 Mürber Kalkmergelgrus.
35 Feinspätiger Kalkstein, von schwarzen Tonbestegen durchzogen. Oben Ps.(Cal.)johnstoni(184.) und Ps.(Curviceras?)(185.). Unten schalten sich schlierenartige Partien dichten Kalksteins ein, rötlich braungrau anwitternd. Darin und in ihrer Nähe liegen Ps.planorbis(186.187.) und Ps.plicatulum(188.-190.) in guter Erhaltung.
2-5 Kalkmergel aus feinem Schalengrus. Darunter Rhätsandstein.

Mit Ps.planorbis in dichtem Kalkstein und räumlich davon getrennt Ps.(Caloceras)johnstoni darüber wäre ein weiteres Profil mit primär über dem Rhätton abgesetzten Sedimenten gefunden (vergl. Profil 7). Zum Abschluß des Kapitels das noch vollständigere Profil aus einem Anriß NW Bebenhausen.

38. Tobel am Nordrand der Fohlenweide, 1,2 km NW Bebenhausen:



18 Fossilarmer, mergeliger Kalkstein, feinkörnig. 7 cm von oben Ps.(Disc.)cf.megastoma (191.), schlecht erhalten, aber vollständig.
3 Schwärzlicher Kalkmergel, schiefrig, sandig.
20 Harter, kristalliner Kalkstein, oben knollige Absonderung. Cardinien. Ps.(Caloceras?) (192.) als Bruchstück. Tonbestege.
6 Bräunlich dunkelgrauer Kalkstein in Form einer oft unterbrochenen Platte. Sie besteht aus dichtem Kalkstein mit feinen spätigen Schlieren. Scherbiger Bruch. An Fossilien nur Ps.planorbis (193.-197.), gut erhalten.
2 Mürbe Kalkmergellage, blättrig.

6 Vergilbter grauer Rhätton.
200 Rhätsandstein. Oben Bonebedkomponenten eingestreut.

In diesem Profil sind die ältesten und jüngsten überhaupt im Psilonotenkalk vorkommenden Ammoniten im äußersten Liegenden bzw. Hangenden vorhanden. Den Aufarbeitungserscheinungen in der Bankmitte entsprechend fehlen höchstens mittlere Teile.

3. Kleiner Heuberg.

Die Übersicht mit allen Profilen dieses Abschnitts (39-108) folgt in Abb.4 auf Seite 26.

Im Rammert, dem SW Tübingen durch die ausstreichende Lias-Tafel gebildeten Höhenzug, fehlen gegenwärtig unverfälschte Aufschlüsse zwischen Keuper und Lias. Verwitterung und Hangkriechen greifen tiefgründig ein.

Den nächsten, gleich 30 m langen Aufschluß fand ich auf meinem weiteren Wege nach Süden bei Hechingen. Wie schon MÜLLER(1915) beschreibt, steht an der Starzel 30 cm monotoner Psilonotenkalk ohne Ammoniten über 4 cm schwarzen Mergeln direkt auf Knollenmergel an. Außerdem stellte ich eine konstant anwesende schiefrige Mergellage im Hangenden des Kalksteins fest. Dieser Schichtaufbau erinnert an die Verhältnisse von Vaihingen (Profile 1 und 2). 50 m unterhalb der Fabrik Friedrichstraße, am linken Flußufer, ändern sie sich geringfügig.

39. Prallhang der Starzel N Fabrik Friedrichstraße, Hechingen: (Die Maße beziehen sich auf den linken Profilrand.)

8 Schwarzer, blättriger Mergel, sandig. Neben wenigen flachgedrückten Muschelschalen nur Schill und Grus. Ps.(Discamphiceras) cf.megastoma(198.) in der Schichtmitte; 25 cm Ø, allerdings stark verdrückt.
13 Grauer, etwas mergeliger Kalkstein. Spätige Schlieren in feinkörniger Grundmasse.
2 Schwarze Mergellage wie "8".
30 Gelb- und grüngrauer Knollenmergel, weiter unten rotbraun.

Am Fuße des Prallhangs fand ich in einer abgebrochenen Platte des schwarzen Mergels "8" zwei weitere verdrückte, aber vollständige Ps.(Disc.)cf.megastoma. Während der eine Ammonit (199.) mit

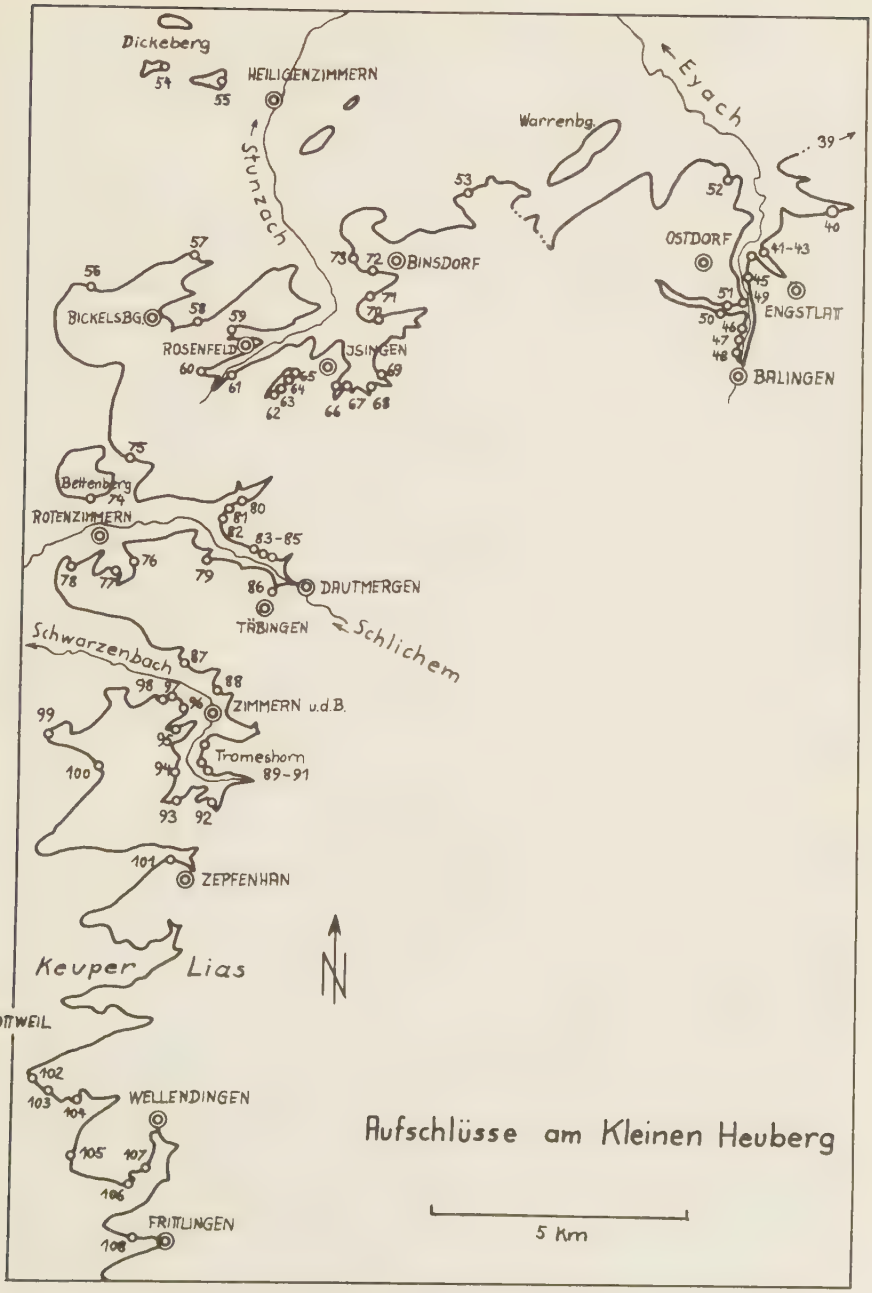

Dickeberg
54
55
HEILIGENZIMMERN
Stunzach
Warrenbg.
Eyach
39
53
52
40
OSTDORF
41-43
45
49
ENGSTLATT
51
50
46
47
48
BALINGEN
73
72
BINSDORF
71
70
57
56
BICKELSBG.
58
59
ROSENFELD
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
JSINGEN
75
Bettenberg
74
ROTENZIMMERN
80
81
82
83-85
78
77
76
79
86
DAUTMERGEN
TÄBINGEN
Schlichem
Schwarzenbach
87
88
98
97
96
ZIMMERN u.d.B.
99
95
Tromeshorn
89-91
100
94
93
92
101
ZEPFENHAN
Keuper
Lias
ROTTWEIL
102
103
104
WELLENDINGEN
105
107
106
FRITTLINGEN
108
Aufschlüsse am Kleinen Heuberg
5 Km

Abb. 4.

6,4 cm Ø (Tafel 2, Fig.1) den Innenwindungen des horizontiert entnommenen Stücks (198.) gleicht, fehlt dem anderen mit 22 cm Ø die deutliche Berippung.

Im Zentrum der Skizze wölbt sich der gelbbraune Knollenmergel (nach unten offene weiße Fläche) unter merkwürdiger Verzahnung mit einem harten, schwarzgrauen Kalksteinfladen auf. In seiner seitlichen Fortsetzung nordwärts bis zum rechten Profilrand und darüber hinaus finden sich im obersten km_5 mehrere flache, scharf begrenzte Kalksteinstücke, deren tiefstes durch 15 cm verfärbten Knollenmergel vom Psilonotenkalk getrennt liegt. Verrutschung scheidet aus. Es handelt sich um Aufarbeitung. Bemerkenswert ist dabei die scharfe Trennung des grauen Kalksteins, der nur winzige gelbe Mergelsprenkel führt, vom umgebenden Knollenmergel.

Bei Weilheim, 4 km W Hechingen, fand MÜLLER(1915) Rhätsandsteinstücke. Aufschlüsse oder Schurfmöglichkeiten gibt es nicht. Bezüglich der Sandstein-Lesestücke möchte ich zu bedenken geben, daß Verwechslung mit Angulaten-Sandstein leicht möglich ist.

Zur Einteilung der Profile am Kleinen Heuberg wähle ich in stetem Fortschreiten entlang des Albtraufs nach SW die vier Flüsse Eyach, Stunzach, Schlichem und Schwarzenbach. Ihre Täler schneiden die Lias-Hochfläche mit zahlreichen kleinen Zuflüssen tiefgreifend an, so daß hier, verglichen mit dem äußersten Rand des Tafellandes, wesentlich mehr Aufschlüsse liegen.

Nördlich Balingen habe ich an der **Eyach und in ihren Nebentälern** als Rhät nur Sandstein angetroffen. Nach EHRAT(1920) kommen jedoch dünne Tonlagen vor.

Eine Ausnahme bildet das östlichste Profil dieses Abschnitts.

40. Klingenbachufer bei Straßenkilometer 18; 5km NO Balingen:

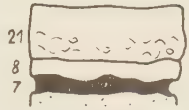
34 Fossilarme Kalksteinbank, ein Geröll und ein Hybodus-Zahn.
1 Mürbe tonige Sandlage.
20 Olivgrauer, sandiger Ton.
130 Grauschwarzer, sandreicher Ton mit Pflanzenabdrücken.
15 Hellgrüngraue, tonige Sandlage.
150 Blauschwarzer Schieferton. Unten gelbe Mergelsprenkel.
10 Grüngrauer Ton, zunächst auf ockerfarbigem Mergel liegend.
100 Lößfarbener, ungeschichteter Mergel, darunter roter km_5.

Die hier genannten 3,5 m tonigen Rhätgesteine und 3 m Rhätton bei Böblingen (BUCK 1953,S.259) geben maximale Mächtigkeiten dieser Rhätfazies an. Weiterhin zeichnet sich das obige Profil durch reichlichere Pflanzenführung vor allen anderen Aufschlüssen am Kleinen Heuberg aus.

Die nächsten Profile führen bereits mächtigen Rhätsandstein.

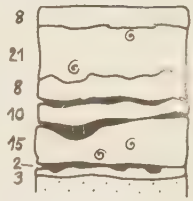
41. Rechte Mündungsflanke des Wertenbachtales ins Eyachtal:

21 Grobspätiger Kalkstein voller dickschaliger Cardinien mit Mergelfüllung.
8 Grauer feinkörniger Kalkstein, fossilarm.
7 Schiefriger Kalkmergel auf Rhätsandstein.



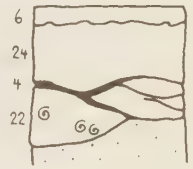
42. 100 m südlich Profil 41 im Wertenbachtal:

8 Grauer, feinkörniger Kalkstein, fossilarm.
21 Hellgrauer, grobkörniger Spatkalkstein. Ps.(Caloceras?)(200.201.), stark korrodiert.
8 Grauer, fossilarmer Kalkstein.
10 Feinspätiger Kalkstein mit flaseriger Textur. Oben und unten durch Verwitterung bereits abgelöste Lagen.
15 Zäher Spatkalkstein. Zentral Ps.(Curviceras?), basal Ps.(Cal.)johnstoni(202.). Ein Milchquarzgeröll und Knochenstücke im Schill.
2 Blaugrauer, mergeliger Spatkalkstein mit gelben Mulmgallen und Bonebedkomponenten.
3 Harter, dunkler Kalkstein auf Rhätsandstein.



43. 4 m südlich Profil 42 im Wertenbachtal:

6 Grüngrauer, fossilleerer Kalkstein.
24 Grobspätiger Kalkstein, viel Muschelschill.
4 Brauner, mürber Schiefermergel.
22 Blaugrauer, zäher Spatkalkstein. Oben Ps.(Curv.)aff.subangulare(203.), tiefer Ps.(Curv.) subangulare(204.) und basal Ps.planorbis(205.). Darunter 6m Rhätsandstein.



Die Profile 42 und 43 liegen im Abstand von 4 m parallel zueinander. Schicht "15" in Nr.42 ist somit als Fortsetzung einer Rinnenausfüllung aufzufassen, deren Ostrand Profil 43 in Form der auskeilenden Schicht "22" anschneidet. Auch im oberen Teil herrscht Übereinstimmung, sogar bis zum 100 m entfernt liegenden Profil 41 hin. Eine weitere Rinnenausfüllung von Psilonotenkalk in Rhätsandstein liegt 250 m SW der obigen.

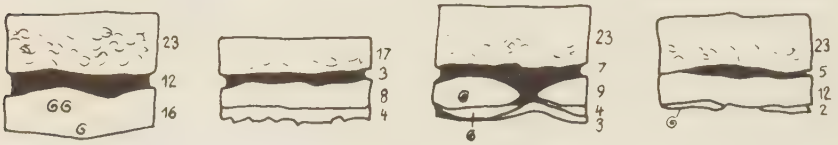
44. Nordspitze des Zwickels zwischen Eyach und Wertenbach:

10 Harter Kalkstein voller Cardinien.
14 Grauer, kristalliner Kalkstein.
2 Blättrige Mergellage.
12 Feinspätiger Kalkstein; Schill, kleine Gerölle und Zähnchen.
8 N-S-streichende Rinne, mit grobem Spatkalk erfüllt. Ps.(Cal.)johnstoni (206.-208.), meist gut erhalten, an der Rinnensohle.

Da die Rhät-Lias-Grenze über dem mächtigen Rhätsandstein gut erschlossen ist, konnte ich den Psilonotenkalk 20 m weit absuchen, ohne ähnliche Rinnenfüllungen zu finden. Sie scheinen nur vereinzelt aufzutreten. Wie im Profil 43 liegt der Spatkalk übergangslos auf Sandstein. Einer der Ammoniten ist durch Druck gegen den gekrümmten Rinnenboden randlich verbogen, sonst aber gut erhalten.

Ich schließe die vier Profile 45-48 entlang der Eyach bis Ba-

lingen an. Durch EHRAT(1920) ist ein größerer Rhätsandsteinbruch 1,2 km O Ostdorf bekannt. An seinem Nordrand liegt dreiteiliger Psilonotenkalk (Profil 45) auf 7 m Rhätsandstein. Oben beginnt



Profile 45 46 47 48

23 cm spätiger Kalkstein mit dickschaligen Cardinien. In der Mitte liegt 12 cm flaseriger Spatkalkstein und unten hellgrauer, grobspätiger Kalk unvermittelt auf Sandstein. Von den fünf Ammoniten Ps.(Curv.)cf.subangulare(209.), harpoptychum(210.), Ps.(Cal.)johnstoni(211.) und Innenwindungen zweier Psilonoten (212.213.)lag johnstoni in einer flachen Sandsteinmulde. Insofern erinnert der Aufschluß an Profil 44. EHRAT fand, wahrscheinlich im Südteil des Bruches, 45 cm Psilonotenkalk. Unten lagen "schlecht erhaltene glatte Psilonoten", oben Ps.subangulare. Als Grenze zum Sandstein nennt er eine 2-5 cm starke sandige Lage mit viel Pyrit.

Diese Angaben leiten bereits zu den übrigen Aufschlüssen im Eyachtal über. Die Basisschicht ist 350 m N der Bahnbrücke über die Eyach kalkiger und fester (Profil 46). Kaum 5m davon entfernt erscheint die massive untere Kalkbank in Linsenform (Profil 47). Ein winziger Ammonit aus der Knolle ging verloren. Merkwürdig sind grüngraue, dichte Kalksteinfladen ("4") mit einzelnen feinen Schalensplittern in sehr flachen Mulden. Ähnlich gebaut ist auch die Kalklinse des Profils 44. Jedoch ist jenes Gestein durch feineres Korn und durch Ps.planorbis(214.215.) deutlich von dem Schillkalk des Profils 44 am Wertenbach unterschieden.

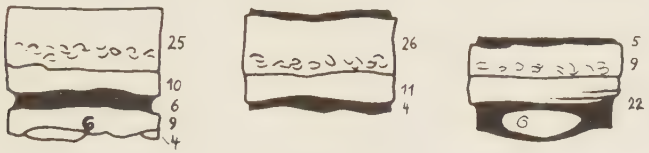
Die erwähnten sehr flachen Mulden enthalten noch 3 cm grauen, schiefrigen Spatkalkstein (vergl. Skizze). Er führt rostige Mulmgallen und zerdrückte schwarze Tonfetzen. Das oberste Rhät besteht hier aus Kalksandstein.

Am Fuße der nördlichen Bahnbrückenböschung (linkes Eyachufer, Profil 48) hat Aufarbeitung wieder bis auf den Rhätsandstein hinab gegriffen. Ein umgelagertes Bruchstück von Ps.(Curv.)cf.subangulare(216.) lag zwischen Sand- und Kalkstein. Schicht "2" entspricht ihrer Zusammensetzung nach der Basis "4" in Profil 46.

Ein weiteres umgelagertes Wohnkammerfragment eines Ammoniten

lieferte die als Ganzes verrutschte Grenzschicht im Wertenbachtal, 150 m NW des Straßendamms der B 27. Das Stück lag an der Basis sandigen Kalksteins. Der übrige Psilonotenkalk entspricht hier dem Profil 40 vom Klingenbach.

Zur Vervollständigung des Bildes an der Eyach tragen drei Aufschlüsse (Profile 49-51) im Kaunterbachtal S Ostdorf bei. Hinter



Profile 50 51 49

der Unteren Mühle an der Kaunterbachmündung in die Eyach liegt im unteren, schiefrig ausgebildeten Mergelkalk eine Linse grobspätigen Kalksteins. Sie enthielt die Innenwindungen eines vermutlich zerstörten größeren Psiloceras. Am Südrand des Kaunterbachtales zwischen Unterer-und Gipsmühle steht das nächste Profil an.

50. Kaunterbachtal S Ostdorf:

25 Fossilreicher, teils grobspätiger Kalkstein.
10 Dunkelgrauer, feinspätiger Kalkstein.
6 Schiefrige Kalkmergelbank.
9 Hellgrauer Kalkstein mit Muschelschalen, Knochenresten und feinen schwarzen Flittern davon. Ps.(Caloceras)johnstoni (217.) aufrecht im Sediment.
4 Flache Kalksteinlinsen, feinkörnig mit wenigen spätigen Fossilresten; rötlich und grüngrau angewittert.
200 Rhätsandstein, oben als Kalksandstein mit kleinen Geröllen.

Auch hier wurde als ältester Kalkstein feinkörniges Material mit äußerst spärlichem Fossilgehalt abgesetzt.– Genau gegenüber am nördlichen Talrand, im Profil 51, liegen nur die Äquivalente von "25", "10" und "4" des letzten Profils vor. Auffällig heben sich kopfgroße, sanderfüllte Strudellöcher in der Sandsteinoberfläche von der natürlichen Felswand ab.

Der Rhätsandstein ist nach meinen Befunden im ganzen Eyachtal, am Wertenbach und am Kaunterbach bis zur Straße Balingen-Ostdorf vorhanden. Westlich dieser Straße fehlen Hinweise auf den Sandstein mangels Aufschlüssen. Nach der geologischen Karte erscheint er 2 km N Ostdorf im Lützelbachtal wieder. Ich konnte ihn aber von der Wertenbachmündung durchgehend bis 2 km NNW Ostdorf nachweisen. Vom vorgelagerten Warrenberg beschreibt QUENSTEDT(1877) Rhätsandstein. Das folgende einzige Profil dieses Geländeabschnitts

nördlich Ostdorf mit überlagerndem Psilonotenkalk war im Grenzbereich allerdings verstürzt.

52. Bachanriß 800 m NW der Böllatmühle (Eyach):

20 Hellgrauer, feinkörniger Kalkstein, fossilarm.
15 Brauner Lehm.
3 Flache Linse aus sehr feinkörnigem, schlierenweise feinspätigem Kalkstein. Ps.planorbis(218.219.).
6 Rhätsandstein, auf dessen Schrägschichtungsflächen Zähnchen, kleine Gerölle und Steinkerne von Modiola liegen.
15 Sandiges Konglomerat hauptsächlich aus Koprolithen. Es liegt in einer 2 m langen, flachen Mulde über 1,5 m Sandstein.

Der Aufschluß befindet sich in einem Bachlauf. Ich möchte deshalb den braunen Lehm als verschwemmten Rhätton auffassen, wobei die Kalklinse mit Psiloceras verrutschte. Eingestreute Bonebedkomponenten ließen sich noch 200 m ostwärts in Lesesteinen aus Rhät und Psilonotenkalk nachweisen. Ein Klotz grobspätigen Kalksteins enthielt Zähnchen und Ps.(Curviceras?)(220).

Am N o r d r a n d d e r L i a s - T a f e l zwischen Ostdorf und dem 6 km W davon gelegenen Binsdorf ist nur von drei Aufschlüssen zu berichten. Es gibt jedoch mehrere nördlich vorgelagerte Zeugenberge mit nur kleinen Lias-Kappen. Einige, besonders W Heiligenzimmern (10 km NW Balingen), zeichnen sich durch mächtigen Rhätsandstein aus, von dem sehr wenig bekannt ist. Er bildet selbst kleinere Hochflächen, die von typischen Blockmeeren gesäumt sind. Der Anschluß zum Lias ist über dem Sandstein entlang der zugänglichen Ausbißlinie nirgends intakt. Nur Profil 54 zeigt ihn vom Dickeberg über Rhätton.

Am SO-Hang von Gewann Dattenbohl (1 km ONO Erlaheim, Krs.Balingen), fand ich nur unvollständigen Psilonotenkalk über 20 cm grauem Rhätton. Darunter folgt reiner Rhätsandstein.

1 km N Erlaheim gelang es mir aus tektonisch stark zerrütteten Schichten herauszulesen, daß mindestens 30 cm grauer Rhätton über festem Rhätsandstein unbekannter Mächtigkeit ansteht. Aus verstürztem Psilonotenkalk stammt Ps. planorbis (Profil 53).

Im Gewann Achdorf, ebenfalls N Erlaheim, liegt gut entwickelter Psilonotenkalk auf 12 cm grauem Rhätton. Tiefer folgt ein goldbraunes Gemisch aus Sand und Ton. Festere Sandsteinbänkchen fehlen nicht darin. Der Anschluß zum Knollenmergel blieb unbekannt.

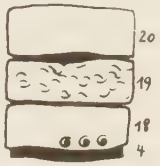
Von den bereits erwähnten Rhät- und Lias-Relikten im nördlichen Vorland des Kleinen Heubergs habe ich nur Nonnenbühl und Dickeberg NW Heiligenzimmern untersucht. Ältere Angaben von PAULUS (1875), QUENSTEDT(1877) und EHRAT(1920) über mehrere kleinere Vorkommen kann ich mangels Aufschlüssen nur vom Lorettoberg N Bins-

dorf und vom Röteberg, 3 km N Erlaheim, bestätigen. Hier steht Rhätsandstein an.

Zum nördlichsten Lias-Vorkommen am Kloster Kirchberg äußert sich PAULUS(1875) offenbar nur ungenau, wenn er den Psilonotenkalk in Abrede stellt. Seinen eigenen Darstellungen (S.16) ist zu entnehmen, daß diese Schicht gar nicht fehlt, wie RÜGER(1924, S.123) PAULUS zufolge darstellt. Aufschlüsse fehlen gänzlich.

54. 200 m S Zollbrunnen am Dickeberg (2 km NW Heiligenzimmern):

20 Grauer, feinkörniger Kalkstein, fossilarm.
19 Spätiger Kalkstein voller Cardinien, Baryt.
18 Kalkstein mit Lima. Unten Ps.planorbis(221.222.).
4 Schiefriger Mergelkalk, gebleichte und verdrückte Schalenreste.
60 Grauer, geschichteter Rhätton. Oben 1 cm rostbraun. Zentral mehrere rotbraune Tonlagen. Anschluß zum Knollenmergel unbekannt.



In der geologischen Karte greift der Lias am Zollbrunnen auf den ausgedehnten Rhätsandstein des Dickeberg über. Teilprofile ergaben jedoch auf dem Sandstein bis 1,5 m grauen Rhätton, oben mit Lias-Schutt gespickt. Auch an der Lias-Kappe des Dickeberg-Sandsteins sind Rhättone beteiligt.

Rhätische Muscheln wie Cardinia und Modiola kommen hier nicht selten vor. Ich fand sie allerdings nur auf Lesesteinen. Häufiger und horizontiert kann man sie am Nonnenbühl sammeln.

55. Schurf am Nonnenbühl, 1 km W Heiligenzimmern:

100 Grauer Rhätton mit Lias-Schutt.
8 Dunkelolivgrüner Sandstein mit Modiola minuta.
15 Gelber Sandstein, Cardinien-Steinkerne mit erhaltenem Schloß und äußerlich deutlicher Skulptur.
3 Schwarzer, sandiger Ton.
56 Grünbrauner, toniger Sandstein auf hartem Rhätsandstein.

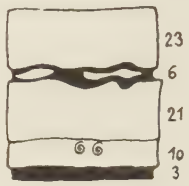
Weitere Schürfe liegen entlang des Südrandes dieses Vorkommens. Sie lieferten Rhätmuscheln bekannter Gattungen, vor allem Cardinia.

Die Gattung Cardinia wurde aus dem schwäbischen Rhät von VOGEL (1961) erstmals genau beschrieben. Meine Stücke sind weniger gut erhalten, doch stimmen sie in Schloß, in Umriß und Skulptur (teils Riefen, teils feine Rippen) mit VOGELs Angaben überein.

Über die Lagerungsverhältnisse am Nonnenbühl läßt sich noch nichts Endgültiges sagen. Hellgraue Rhättone und Lias-Relikte, die es mindestens in Form großer Kalksteinbrocken gibt, scheinen zwischen zwei Rhätsandsteinlinsen muldenförmig eingesenkt zu liegen.

Nordwestlich des Städtchens R o s e n f e l d auf dem Kleinen Heuberg habe ich unter dem Psilonotenkalk nur Rhätton vorwiegend dunkelgrüner Farbe angetroffen.

56. 200 m N der Dorfkirche von Brittheim (Krs.Balingen):



23 Überwiegend feinkörniger Kalkstein. Unten massenhaft Cardinien, dazwischen schwarze Tonflasern.
6 Pyritreicher Kalkstein. Randlich sind davon schiefrige Mergellagen abgewittert.
21 Grauer, feinkörniger Kalkstein, fossilarm.
10 Feinkörniger Kalkstein; oben in einem Haufwerk von Muschelschalen Ps.planorbis (223.-225.). Schwerspatrosetten.
3 Schwärzliche Schiefermergel.
20 Grauer Rhätton, oben stark vergilbt. Kein Anschluß zum km_5.

Obwohl der Psilonotenkalk annähernd dreiteilig wie am Dickeberg ausgebildet ist, wäre ohne Ps.planorbis kaum eine Parallelisierung möglich. Ostwärts schließen sich die Kalke zu einer massigen Bank von über 0,5 m Dicke zusammen. Da von dem zähen Gestein höchstens randliche Scherben zu gewinnen sind, fanden sich keine Psilonoten.

1,5 km NO Bickelsberg unterlagert den Psilonotenkalk des Profils 57 mehr als 65 cm Rhätton. Seine Farbskala reicht von gelb (oben) über hellblaugrau (obere Hälfte) und braungrau (untere Hälfte) bis rotbraun an der Basis. Keinesfalls sind alle Farben primär gebildet. Schlämmproben ergeben nur geringfügige Unterschiede in der Zusammensetzung der Rhättone. Sie führen hier wie in allen anderen Vorkommen feinste Sandbeimengungen, die als bleiche Schnüre dem Gestein schichtparallel eingelagert sind. Bei Bickelsberg traf ich eine minimale Schrägschichtung an, wie ausgegrabene Tonstücke mit einer Winkeldiskordanz von 3° zeigen.

Im Gewann Buchhalde (1 km O Bickelsberg, Profil 58) enthielt schiefriger Kalkmergel unter dem Psilonoten-Kalkstein Humerus von Ichthyosaurus. Daneben kommen flache, feinkörnige Kalksteinlinsen vor. Das Liegende bildet zunächst 23 cm lichtgrauer, dünnschichtiger Ton, von seinen Grenzflächen her vergilbt, dann ohne scharfe, aber deutliche Grenze 125 cm graugrün und rotbraun gestreifter Tonstein. Der Farbwechsel erfolgt alle 10 cm. Als Basis konnte ich weißgelben ungeschichteten Mergel feststellen.

Ein Bachtobel 600 m W der Rosenfelder Stadtkirche (Profil 59) legt unter 85 cm Psilonotenkalk , zentral mit Ps.(Caloceras?), zunächst 15 cm braungrauen geschichteten Rhätton frei. Kernfrische Bröckchen ähneln dem hellgrauen Ton früherer Aufschlüsse. Darunter schließt über 1 m rotbrauner Tonstein in etwa 5 cm star-

ken Lagen an. I.USBECK(1952,S.436) untersuchte von hier Schlämmproben des Rhättons. "Einige wenige Echinodermenreste und etwas Bactryllium" waren die Ausbeute.

Mit Berücksichtigung der schwarzen Tonlage vom Nonnenbühl (Pr.55) gibt es also blaue, graue, gelbe, rote, braune, grüne und schwarze Rhättone. Durch unterschiedlichen Feuchtigkeitsgehalt treten weitere Farbtöne auf, vom Einfluß der Verwitterung ganz zu schweigen. Diese Vielfalt sei vorläufig in drei Gruppen zusammengefaßt: 1. Schwarze sandige Tone.
2. Grüngraue, rotbraun gestreifte Tone, verwittert braun.
3. Hellgraue Tone, feucht leuchtend blau, verwittert gelb.

Die übrigen Spitzen des weit verzweigten Talfächers d e r o b e r e n S t u n z a c h führen unter hellgrauem Rhätton überall Rhätsandstein. In dieser Hinsicht erfährt die geologische Karte umfangreiche Ergänzungen. Die neuen Profilbeschreibungen folgen nun systematisch von Rosenfeld entlang aller Talhänge, bis bei Binsdorf der Anschluß an den bereits besprochenen Nordrand der Lias-Tafel hergestellt ist.

Ein sommertrockener Bachlauf im Gewann Kohlbrunnen (Rosenfeld) bietet ein vollständiges, wenn auch aus drei Punkten kombiniertes Grenzprofil bis zum Knollenmergel. Der obere Teil des Psilonotenkalks fehlt durch Erosion.

60. Im Kohlbrunnen, 1 km SW Rosenfeld:

30 Blaurauer Kalkstein. 10 cm von unten Ps.planorbis(226.227.) und Neophyllites (228.) neben Lima und Ostrea irregularis.
10 Schiefriger Kalkmergelstein mit linsenförmigen Einlagerungen feinkörnigen Kalksteins.
87 Grauer Rhätton.
162 Rhätsandstein in 10-15 cm starken Bänken mit oft gegensätzlicher Schrägschichtung. Grüngraue Tongallen. Im obersten dm Zähnchen von Hybodus, Saurichthys und Sargodon. Bruchstücke von Flossenstacheln. Cardinia sp..
300 Weißgelber, ungeschichteter Mergel, dann roter Knollenmergel.

Ober- und Untergrenze des Sandsteins sind scharf. Wie auch im südlichen Schönbuch (Pr.24) sind die Bonebedkomponenten vereinzelt in reinen, feinkörnigen Sanstein eingestreut.

EHRAT(1920) zitiert nach QUENSTEDT aus der Rosenfelder Gegend 4 m Rhätsandstein. Das wäre SO der Stadt denkbar. Hier im SW erreicht er überall nur 1,5 m, was auch M.SCHMIDT(1922) bestätigt.

61. 100 m südlich des Sophienbades (Rosenfeld):

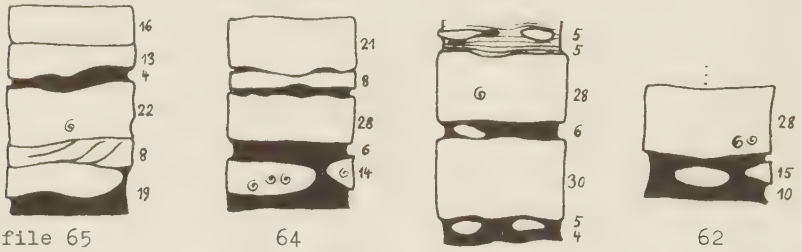
85 Psilonotenkalkbänke, dicht über der Basis Psiloceras sp..
Übergangshorizont:
5 Grauvioletter, sandiger Kalkmergel, schiefrig.
1 Rostfarbiges Mulmband.

2 Grauvioletter, schiefriger Kalkmergel.
1 Weiße, unregelmäßige Lage aus Sinterkalk.
1 Brauner, sandig-kalkiger Mulm.
1 Ockergelber Lehm.

39 Hellgrauer Rhätton, haarfeine, weiße Sandschmitzen.
3 Graue, feste Sandsteindeckplatte. Oberflächlich Oszillationsrippeln mit 11 cm Abstand, 1-3 cm Kammhöhe, Steichen 118 Grad.
5 Gerölle und Zähnchen in einer lockeren, grauen Sandlage.
139 Sandsteinbänke auf weißgrauem, krümeligem Knollenmergel.

An der Wegauffahrt zum Gewann Bonlanden, 500 m S Rosenfeld, liegt 45 cm hellgrauer Rhätton über Sandstein, dessen Oberflächenrippeln mit 115° streichen.

Weiter östlich stellt das Knollenmergelfenster im Sulztal westlich Isingen die nächsten vier Aufschlüsse. Sie liegen am rechten Talrand in etwa gleichen Abständen vom Eintritt des Sulzbachs ins Rhät bis zu seinem Überwechseln auf Lias.



Profile 65 64 63 62

62. Sulztal, 1,2 km SW Isingen:

28 Hellgrauer, grobspätiger Kalkstein. Grüngraue Kalkmergelfetzen. 6 cm von unten Ps.(Curv.)harpoptychum(229.) und aff.subangulare (230.).
15 Mäßig feste sandige Schiefermergel mit Schill. Knollen aus feinkörnigem Kalkstein mit Schalenresten.
10 Schiefrige Mergel über sandigem Mulm.
16 Hellgrauer Rhätton auf oberflächlich gerippeltem Sandstein mit Cardinia sp..

Durch Verstürzung blieb ungewiß, ob dem Psilonotenkalk im Hangenden Schichten fehlen.

63. Sulztal, 10 m NO Profil 62:

5 Linsenförmige Kalkkonkretionen.
5 Grüngrauer Schieferton, feinglimmerig.
28 Blaugrauer Kalkstein, lagenweise Schalenanreicherung. 11 cm von unten ein aufgearbeiteter Schalenrest von Ps.(Curv.)harpoptychum (231.). Pyritkristalle.
6 Sandig-toniger Schieferkalkstein mit einer Kalkknolle.
30 Blaugrauer Kalkstein, oben grobkörniger als unten.
5 Feinkörnige Kalksteinknollen in Schiefermergel eingelagert.
4 Sandige Mergelblätter mit einer hellen Sinterkalkeinlage.
3 Ockerfarbener, toniger Sand, mürbe.
30 Hellgrauer Rhätton.
310 Rhätsandstein mit Oberflächenrippeln, 4 cm von oben Cardinia.
6 Stark tonige Kohlelagen auf hellgrauem Knollenmergel.

Verglichen mit Profil 62 möchte man über dessen Schicht "28" weiteren Kalkstein erwarten. Es ist jedoch nicht ausgeschlossen, daß sich beide Profile in der skizzierten Form entsprechen. Die Fazies des südwestlichen Profils verrät starke Aufarbeitung.

64. Sulztal, 1 km SW Isingen:

21 Kalkstein, unten als Lumachelle aus Cardinien.
8 Blaugrauer Schillkalk, viel Pyrit.
28 Hellgrauer, spätiger Kalkstein ohne bestimmbare Fossilien.
6 Schiefermergel.
14 Feinkörnige Kalklaibsteine. Pecten, ein Knochenfragment und zahlreiche Ps.planorbis(232.-238.).
6 Dunkelbraune, schiefrige Mergel mit Schalengrus. Darunter eine dünne Lage goldbraunen, sandigen Mulms.
32 Hellgrauer Rhätton.
125 Rhätsandstein; seine Oberflächenrippeln streichen mit 75°. Oben Cardinien-Steinkerne mit teils erhaltener Schale.

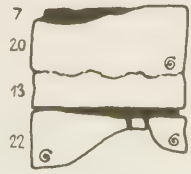
Profil 65, 0,8 km SW Isingen, lieferte das Windungsbruchstück eines Psilonoten mit kräftigen Lateralrippen (239.) aus der grobkörnigen Kalksteinbank "22". Schicht "8" darunter besteht aus nordwärts schräggeschichtetem Schalengrus. Die Basis des Schiefermergels "19" ist durch 3 cm gelben, sandigen Mulm (gegen 50 cm hellgrauen Rhätton) gekennzeichnet. Tiefer folgt mindestens 60 cm fester Rhätsandstein mit oberflächlichen Rippeln. Sie sind auffallend glatt, und der Ton liegt wie in den vorigen Profilen übergangslos darauf. Cardinien-Abdrücke fehlen nicht.

66. Osthang des Gewanns Lehren, 300 m SO Isingen:

62 Psilonotenkalkbänke ohne Ammoniten.
5 Schiefriger, sandiger Kalkmergel.
1 Goldbraune, mürbe sandige Schicht.
12 Rhätsandstein, oben Rippelmarken.
22 Weißgrauer Sandstein. Schichtung durch Rostsprenkel angedeutet. Zwei Cardinien-Abdrücke.
9 Zähes Konglomerat mit Zähnchen, Knochen- und Holzresten und Koprolithen in kalkig-sandiger Grundmasse.
65 Rauchgrauer Tonflasersandstein, von Wurmröhren durchzogen.
50 Weiterer Rhätsandstein, dessen Basis unzugänglich blieb.

500 m östlich von hier ist das Konglomerat abermals aufgeschlossen. Rundum am obersten Süßenbach, S Isingen, formt der ausstreichende Sandstein eine niedrig gelegene Talschulter, ein Beweis für sein geschlossenes Auftreten.

67. Nordhang des Gewanns Zeil, 500 m SO Isingen:



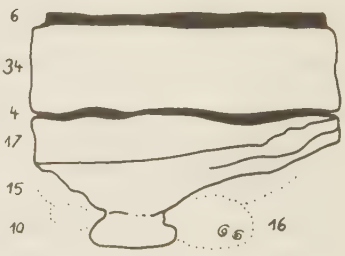
7 Auskeilende Mergellage.
20 Kalkstein mit Cardinien und viel Pyrit. Unten Ps.(Curv.)aff.subangulare(240.), randlich korrodiert.
13 Feinkörniger Kalkstein. Lima, Pecten.
22 Harte Kalksteinlinse, fossilarm. Ihre Basis ist für 3 cm völlig dicht und zeigt rötliche Verwitterungsfarben. Nur hierin liegt Ps. planorbis(241.-247.), sehr gut erhalten.

14 Hellgrauer Rhätton.
80 Rhätsandstein, insgesamt an dieser Stelle mindestens doppelt so mächtig. Oberflächenrippeln streichen mit 65 Grad. Im oberen dm auch hier Cardinia und Modiola.

Die schüsselförmigen Kalklaibsteine liegen in den Rhätton eingetieft. Selbst bei Verrutschung des Psilonotenkalks im Aufschluß muß an eine primär ausgekolkte Tonoberfläche gedacht werden.

400 m weiter westlich (Pr.68) steht unter ebenflächig begrenztem Psilonotenkalk ohne Ammoniten 17 cm grauer Rhätton an. Vom Sandstein darunter konnte ich 2 m nachweisen, ohne Knollenmergel zu erreichen. Oberflächenrippeln streichen hier mit 55°. Nur in seinem Hangenden kommt eine Bank typischen Rhätsandsteins vor. Der größere Teil wird von mäßig festem Sandstein gebildet, den zahllose schwarze Tonflasern subparallel durchziehen, sogenannter "Tonflasersandstein."

69. Gewann Greut, 1,2 km O Isingen:



6;34;4;17;15 Harte, blaugraue Kalksteinbänke, fossilarm. Dazwischen und darüber stets Schiefermergel.
10 Knollenartiger Fortsatz aus feinkörnigem Kalkstein in festem Verband mit hangenden, nach O auskeilenden Kalken. Aus einer Nachbarknolle, die nicht am Hangenden haftete, stammt Ps.(Curv.)harpoptychum(248.-251.), nicht über 2,8 mm Ø .
18 Rhätton, in den die Kalksteinapophyse eingebettet war.
90 Rhätsandstein, oben quarzitisch, darunter als Tonflasersandstein ausgebildet. Zweischaler-Querschnitte. Basis unbekannt.

Besser erhaltene Rhät-Fossilien fand ich in Sandsteinbrocken 50 m W dieses Aufschlusses. Auf angewitterten Schichtfugen lagen in 1 qdm 12 Abdrücke von Cardinia sp.. Die oben beschriebene Apophyse des Psilonotenkalks dürfte die Füllung eines echten Kolkes (mit halsförmiger Einschnürung) im Rhätton sein. Von ähnlicher Form sind die sanderfüllten Strudeltöpfe im Kaunterbachtal (Pr.51).

Damit wäre der südöstlichste Punkt des Stunzach-Talfächers erreicht. Die folgenden vier Profile schließen nordwärts in Richtung Binsdorf an.

70. Südhang des Gewanns Hart, 1,5 km NO Isingen:

50 Harter, blaugrauer Kalkstein, Lima und Ostrea irregularis.
18 Kalksteinknollen in schiefrigen, sandigen Mergeln.
96 Grauer Rhätton.
50 Harte, reine Sandsteinbänke, oben Rippeln und Steinkerne von Modiola minuta. Eingestreute Zähnchen und kleine Gerölle.
140 Mürber Tonflasersandstein. Nach unten folgen die schwarzen Tonflasern immer dichter aufeinander, bis stark sandiger Ton überwiegt. Kleine gelbe Mergeleinschlüsse lassen auf die Nähe

gelber Knollenmergel schließen. Sie wurden nicht erreicht, folgen aber unmittelbar darunter.

In einer Probe des Rhättons "96" stellte Herr cand.geol.WILLE, Tübingen, mehrere gut erhaltene Mikrosporen fest. Bestimmungen liegen noch nicht vor.

Innerhalb des Tonflasersandsteins lassen sich Schichten mit ungestörten, etwa schichtparallelen Tonflasern von solchen mit starker Verknetung durch sedimentfressende Würmer unterscheiden. Ihre U-förmigen Bauten besitzen keine Spreiten.

71. Südhang des Weiherbachtals, 1 km S Binsdorf:

9 Schiefriger Mergelstein.
66 Massive Kalksteinbank.
10 Schwarze Schiefermergel, Kalksteinlinsen.
110 Hellgrauer, dünnschichtiger Rhätton.

Profilfortsetzung 300 m westwärts unter 1 m grauem Rhätton:

10 Mürber toniger Sandstein.
55 Lockeres Sand-Tongemisch, dunkelbraun.
5 Zäher, schwarzer Ton, sandig. Rhaetavicula contorta neben unbestimmbaren Schalenresten. Gelbe Mergelsprenkel.
20 Sand-Tongemisch; es liegt mit scharfer Grenze auf gelbem, krümeligem Mergel mit kirschgroßen rostroten Flecken.

Hier ist besonders auf Rhaetavicula contorta in schwarzbraunem, sandigen Ton hinzuweisen. Am gegenüberliegenden Talhang fand ich wiederum Ammoniten im Psilonotenkalk.

72. Nordhang des Weiherbachtales, 500 m SW Binsdorf:

10 Schiefriger Kalkmergel als Übergang zum hangenden Ton.
27 Oben grobspätiger, unten feinkörniger Kalkstein. Im Hangenden ein Bruchstück von Ps.(Discamphiceras)cf.megastoma(252.). 5 cm tiefer ein umgelagertes Ps.(Curv.)cf.harpoptychum(253.).
55 Kalksteinbänke, Muscheln, Pyrit, schwarze Tonflasern.
9 In frischem Zustand blaugrauer, sandiger Kalkstein mit fein zerriebenem Schalengrus. Pyrit und Tonbestege. Verwitterung ergibt ein absandendes Gestein, mürbem Rhätsandstein täuschend ähnlich.
6 Mürbe Mischung aus Sand und Schalengrus. Schaumig-poröse Textur.
86 Bräunlich grauer Rhätton.
17 Schwarzer, sandiger Ton, mm-feine Sandlagen dazwischen. Kleine gelbe Mergeleinschlüsse. Unbestimmbare Muschelabdrücke. Mit scharfer Grenze folgt gelbgrüner Mergel mit Steinmergelknollen.

Die 17 cm schwarzer Ton sind zweifellos die seitliche Fortsetzung des Isinger Sandsteins. Der nächste Aufschluß führt bereits wieder mehr als 27 cm dieses Sediments.

73. 500 m W der Binsdorfer Dorfkirche:

88 Kalksteinbänke mit zwischengeschalteten Schieferlagen.
10 Grüngrauer, schiefriger Kalkstein, sandig.
66 Bräunlich grauer Rhätton, zuoberst eine rostbraune Lage.
27 Dunkelbrauner bis sandiger, schwarzer Ton. Einzelne Sandflasern. Darunter folgt mürber brauner Sand; Liegendes unbekannt.

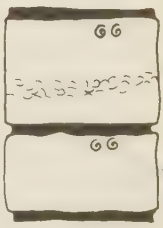
500 m NO Binsdorf, von wo QUENSTEDT(1877) Rhätsandsteinfelsen beschreibt, fand ich am stark verrutschten Hang nur typische Brocken davon mit Gervillien und kleinen Geröllen. Aus abgeglittenen, grobspätigen Kalksteinen barg ich Ps.(Disc.)cf.megastoma(254.). Etwa 50 cm grauer Rhätton liegt darunter. Verglichen mit den vorigen Profilen hat er weiter abgenommen.

D a s S c h l i c h e m t a l bietet auch heute noch reichlich Gelegenheit zum Studium des Rhät-Lias-Grenzbereichs. Aus dem Talabschnitt zwischen Dautmergen und Rotenzimmern wurden frühzeitig Einzelheiten über das Rhät bekannt. Ich nenne nur v.ALBERTI(1834) und seinen "Sandstein von Täbingen", wodurch der Lokalität eine gewisse Namenspriorität zukommt, und ENGEL(1908), der die Rhätfauna im Kätterlesloch beschrieb. QUENSTEDT(1877) erwähnt in den Erläuterungen zu Blatt Balingen-Ebingen roten und gelben Rhätton von Leidringen, verneint ihn allerdings am Bettenberg, und EHRAT (1920) faßt alles Bekannte zusammen und bringt drei eigene Rhät-Profile.

Im Folgenden wird wieder dem Psilonotenkalk mehr Bedeutung beigemessen als dem Rhät, das an der Stunzach stärker im Vordergrund der Besprechung stand.

Der geschlossenen Lias-Tafel westlich vorgelagert ist der Bettenberg bei Rotenzimmern. Je ein Aufschluß an seinem West- und Südrand zeigt hellgrauen Rhätton über 250 m Entfernung von 78 cm im Westen auf 8 cm im Süden abnehmend.

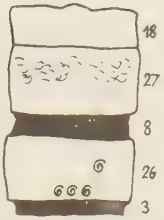
74. Südrand des Bettenbergs, 0,5 km N Rotenzimmern:



6 Schiefriger Kalkmergelstein.
40 Grobspätiger Kalkstein, lagenweise dickschalige Cardinien. Oben ein Schalenrest von Ps. (Curviceras?). Daneben Ps.planorbis(255.).
4 Mürbe Mergellage.
30 Grauer, feinkörniger, teils dichter Kalkstein, fossilarm. Oben Ps.planorbis(256.).
7 Schwarzbrauner Schiefermergel, etwas Schill.
8 Hellgrauer Rhätton auf grüngrauem Knollenmergel.

Ich habe außer im Profil 6 von Ruit nur hier Ps. planorbis im höheren Teil des Psilonotenkalks angetroffen.Das Nebengestein deutet in beiden Fällen auf Umlagerung, die besonders der kleine Ammonit vom Bettenberg (1,5 cm Ø) gut überstehen konnte. Vom Rhätton "8" des letzten Aufschlusses ist ein Teil unterdrückt, da der Kalkstein darüber verrutscht liegt. Das Profil vom Westrand des Bettenbergs enthält keine Ammoniten.

75. Grabung 700 m W der Dorfkirche von Leidringen:



18 Dunkelgrauer, feinkörniger Kalkstein, fossilarm.
27 Hellgrauer, grobkörniger Kalkstein mit teils mergelerfüllten Cardinien-Schalen.
8 Schiefriger, tonreicher Schalengrus.
26 Dunkelgrauer, fast schwarzer dichter Kalkstein. Flachmuschelige Bruchflächen; außer wenigen Pecten-Schälchen nur Ps.plicatulum(257.258.). Weitere 8 kalzitisierte Individuen derselben Art ließen sich nicht aus dem splittrigen Gestein gewinnen.
3 Mürbe Mergellage.
36 Grauer Rhätton auf gelbgrünem Knollenmergel.

Auch in den anderen Profilen dieses Gebietes fand ich Ps.planorbis in einem ausgesprochenen Stillwassersediment. Die Basisbänke des Psilonotenkalks sind überall planparallel begrenzt. Knollige Aggregate erscheinen manchmal in mittleren Schichten.

An der Heerwegsteige, 500 m S Leidringen, steht unter 75 cm Psilonotenkalk 35 cm hellgrauer, geschichteter Rhätton auf verfärbtem Knollenmergel an. Ps.planorbis nimmt den ältesten, feinkörnigen Kalkstein ein.

Der Schlichem-Talrand südlich Rotenzimmern ist in W-O-Richtung dreimal aufgeschlossen.

Profile 78

77

76

Profil 76 liegt an der Roten Steige, 1 km SO Rotenzimmern. Der Psilonotenkalk liegt hier diskordant auf hellgrauem Rhätton. Die Tonschichten verlaufen parallel zur Knollenmergel-Oberfläche. Letzterer und der Kalkstein berühren sich nicht. Die geringfügige Abtragung ist nur dank der Schichtung im Ton erkennbar. Im ungeschichteten Knollenmergel wurde Aufarbeitung ausnahmsweise im folgenden Aufschluß festgestellt.

77. Kleereute, 800 m SSO Rotenzimmern:

33 Grobkörniger Kalkstein mit eingeregelten Cardinien.
2 Spätiger Schiefermergel.
12 Hellblaugrauer, fossilarmer Kalkstein, Pyrit.
1 Erdig verwitterte Lage.
17 Blaugrauer Kalkstein mit sehr feinkörnigen Schlieren. Neben einzelnen Muscheln kommen Ps.planorbis(259.) unten und Ps.(Curv.)harpoptychum(260.) oben vor.
7 Grober Kalkstein, schiefrige Textur angedeutet.

8 Grauschwarzer Kalkmergelstein, schiefrig. Zerknitterte, aber vollständige Lima-Schalen. Mehrere hühnereigroße, hellgrüngraue Steinmergelgerölle. Gelbe Mergelbröckchen. Pyrit. Darunter gelbgrauer Knollenmergel.

Sowohl hier wie bei Hechingen (Profil 39) wurde die Knollenmergel-Oberfläche nur flachgründig und lokal angegriffen.

78. Tobel im Gewann Höfle, 1 km SW Rotenzimmern:

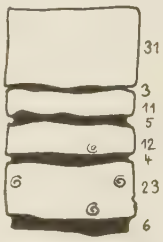
23 Dunkelgrauer Kalkstein.
9 Harter grauer Kalkstein, fossilarm.
25 Dunkelgrauer, feinkörniger Kalkstein. Vor allem an der Basis Ps.planorbis(261.-264.) und Ps.plicatulum(265.).
16 Blaugrauer, feinkörniger Kalkstein. An Fossilien nur Ps.planorbis.
5 Schwarzer, dünnschiefriger Kalkmergel.
6 Hellgrauer Rhätton. Darunter gelbgrüner Knollenmergel.

Der Reichtum an Ps.planorbis läßt sich nur mit wenigen Vorkommen im Schönbuch vergleichen. Auffälligerweise treten die Ammonitengehäuse vornehmlich an der Basis ihrer Lagerbänke auf.

Im weiteren Umkreis der Michelesmühle an der Schlichem (genau zwischen Leidringen und Täbingen gelegen) schaltet sich bereits mächtiger Rhätsandstein zwischen km_5 und grauen Rhätton ein. Der Rand des einsetzenden Sandsteins ist nirgends aufschließbar. Meine Profile mit-, bzw. ohne ihn nähern sich höchstens auf 1 km. Stattdessen konnte ich das Auskeilen des grauen Rhättons verfolgen.

79. Kätterlesloch, 600 m S Michelesmühle (Schlichem):

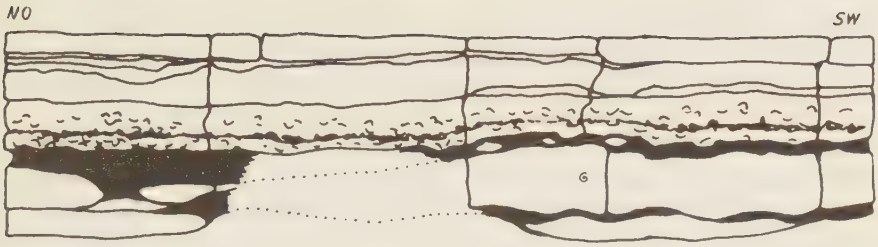
31;3;11;5 Überwiegend grobkörniger Kalkstein, muschelreich. Dazwischen schiefrige Kalkmergellagen.
12 Feinkörniger Kalkstein. Unten Ps.plicatulum(266.)
4 Schillreicher Mergel, dünnschichtig.
23 Feinkörniger Kalkstein. Oben eine Schill-Lage mit Ps.planorbis(267.-270.).
6 Sandige Schieferkalkblätter, dunkelbraun.
24 Hellgrauer Rhätton mit weißen Sandschmitzen.
15 Schwarzbrauner, stark sandiger Ton, glimmerig. Scharfe Obergrenze. Darunter folgen mehrere m Rhätsandstein mit zahlreichen Muschelarten.



In nordöstlicher Richtung liegen nach je 100 m zwei weitere Aufschlüsse. Zunächst nimmt der hellgraue Ton auf 35 cm zu, um nach 200 m auf kaum 8 cm zu schrumpfen.

Vom rechten Rand des Schlichemtales oberhalb der Michelesmühle liegen 11 Profile vor, deren einige sehr vollständige Psilonoten-Kollektionen geliefert haben.

Eine genaue Beschreibung des ausgedehnten Aufschlusses an der Amselreute, 750 m NO der Michelesmühle (Profil 80) erübrigt sich. Die Abbildung wird im Text der folgenden Profile ausreichend erläutert. Außer Nautilus sp. fand ich nur Ps.(Curv.)cf.subangulare (271.) in der signierten Lage.



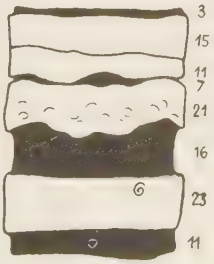
Profil 80

81. Beim Kopfenhof, 500 m NO Michelesmühle (Schlichem):

5 Krümeliger Kalkmergel.
4 Flache Kalksteinlinsen.
21 Grauer Spatkalkstein; massenhaft Echinodermen- und Muschelreste. Treibhölzer. Von Ps.(Cal.)cf.johnstoni(272.) waren nur die beiden äußeren Umgänge erhalten.
14 Hellgrauer, grobspätiger Kalkstein voller Schill. Drei schlecht erhaltene, aber vollständige Ps.(Disc.)cf.megastoma. Nur zwei Bruchstücke ließen sich bergen, (273.274.).
9 Lumachelle wie "14".
11 Linsenförmiger Kalkstein in Mergellagen.
8 Kalkmergelstein, blättrig.
25 Kristalliner Kalkstein mit Lima. Oben Ps.planorbis(275.-278.) und Neophyllites sp.(279.).
10 Dunkelgrauer, dünnplattig spaltender Kalkstein.
3 Mürber, dünnschichtiger Mergel.
22 Hellgrauer Rhätton.
13 Harter Rhätsandstein. Oberflächenrippeln streichen mit 70°. Cardinien-Abdrücke. Darunter 2-3 m Tonflasersandstein.

In der 250 m NO gelegenen Amselreute (Pr.80) steht 35 cm grauer Rhätton über mindestens 1,25 m Sandstein an. Das nächste Profil SW von hier, Nr.82, etwa 50 m von Nr.81 entfernt, weist 32 cm Rhätton auf. Die Profilserie läuft demnach der 30-cm-Isopache des Rhättons parallel, wie auch der Streichrichtung stets vorhandener oberflächlicher Sandstein-Rippelmarken.

Die nebenstehende Skizze hebt die Gliederung des Psilonotenkalks im Schlichemtal deutlicher als die beiden vorigen Profile heraus. Unten liegt schiefriger Grenzmergel, darüber relativ feinkörniger Kalkstein mit Ps.planorbis(280.). Höher folgen abermals Mergel als markante Grenze zu mehreren grobkörnigen und schillreichen oberen Psilonotenkalkbänken.



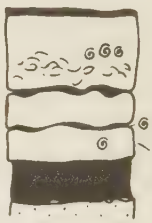
Profil 82

750 m OSO der Michelesmühle untersuchte ich im Abstand von 20 m zwei Punkte genauer. Grauer

Rhätton im westlichen der beiden Aufschlüsse knüpft mit 9 cm Mächtigkeit bei Profil 79 vom jenseitigen südlichen Schlichemufer an. Im östlichen erscheint ein 5 cm starker Übergangshorizont zwischen Psilonotenkalk, der auch hier Ps.planorbis(281.282.) in seiner ältesten Kalksteinbank führt, und mehreren m Rhätsandstein. Aus dünnen Ton-, Sand- und Schalengruslagen in buntem Wechsel aufgebaut, läßt er keine Gliederung zu. Immerhin überwiegt oben die kalkige und unten die sandige Komponente im Ton.

Den zweiten Aufschluß mit der oben erwähnten vollständigen Ammonitenabfolge im Psilonotenkalk traf ich 1 km NW Dautmergen in einem altbekannten Steinbruch an. WAIDELICH(1901,S.348) fand hier "Psilonotus (18 cm, Species unbekannt)", und auch ENGEL(1908) und EHRAT(1920) geben von dieser Lokalität Beschreibungen.

83. 120 m N Fischersmühle (Schlichem):



3 Mergeliger Übergang zum hangenden Schwaichel.
33 Grobkörniger, teils schillreicher Kalkstein. In der Bankmitte drei Exemplare von Ps.(Disc.) cf.megastoma(283.284.), 24 cm Ø.
11 Blaugrauer Kalkstein, oben von 3- und unten von 2 cm Schiefermergel begleitet.
12 Hellblauer Kalkstein, feinkristallin. Vereinzelt Muscheln. Oben ein Abdruck von Ps.(Curviceras?), unten Ps.planorbis(285.).
14 Blaugrauer Sandkalkstein mit feinen schwarzen Tonflasern und Schalengrus. Kleine Gerölle, Knochenstücke und zersetzter Pyrit.
200 Rhätsandstein, bankweise von Wurmgängen durchsetzt, sonst fest.

Etwa 3 m W dieses Profils führt Schicht "14" hühnereigroße Steinmergelgerölle, Milchquarze, Koprolithen und Zähnchen u.a. von Termatosaurus. Östlich von hier, noch im selben Steinbruch, liegt an der Basis des untersten Kalksteins Ps.planorbis(288.-289.). Vier weitere Profile des gut erschlossenen Gebietes liegen jeweils kaum 50 m auseinander.

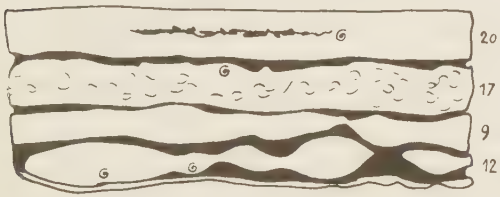
NNO der Fischersmühle ließ sich die Sandsteinoberfläche über 1 qm mit gleichmäßig NO-SW streichenden Oszillationsrippeln freilegen. Bis zum Kalkstein mit einem im Sediment aufgerichteten Ps. planorbis(290.) schaltet sich 3 cm harter, braungrauer Kalksandstein ohne Fossilien ein. Nach weiteren 50 m liegt ein inzwischen fast aufgefüllter kleiner Steinbruch:

84. Kleiner Steinbruch, 120 m NNO Fischersmühle (Schlichem):

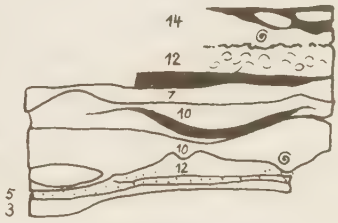
20 Körniger Kalkstein mit viel zersetztem Pyrit. Ein Bruchstück von Ps.(Discamphiceras)cf.megastoma(291.).
17 Lumachelle vorwiegend aus Cardinien- und Lima-Schalen. Oben Ps.(Curv.)aff.subangulare(292.), mergelerfüllt, korrodiert.
9 Hellgrauer Spatkalkstein ohne Fossilien.
12 Kalksteinlinsen in mürbe, blättrige Kalkmergel gehüllt. Sie schließen sich stellenweise zu einer an und abschwellenden

Bank zusammen. Stets an ihrer Basis Ps.planorbis(293.294.) in guter Erhaltung. Darunter ziehen durch Teile des Aufschlusses sandige Kalksteinfladen mit Bonebedkomponenten.
200 Rhätsandstein, oben schwach diskordant begrenzt. Cardinien.

Das folgende Profil 85, Teil eines 10 m langen Aufschlusses, liegt 50 m östlich an der Wegauffahrt zum Gewann Gickenhörnle. Seine bildliche Wiedergabe war nur durch Vereinfachung des stark wechselnden Schichtaufbaus möglich. Ohne auf Einzelheiten der Faziesausbildung einzugehen, gelingt eine Parallelisierung mit dem vorigen übersichtlichen Aufschluß. Die Schichten "14" und "12" in Nr.85 entsprechen "20" und "17" in Nr.84. Unten ist die linsenförmige Basisbank "10" ohne weiteres mit "12" in Profil 84 zu vergleichen. Als Fortsetzung "7" und "10", des Mittelteils von Pr.85, bleibt nur Schicht "9" im Nachbarprofil übrig. Ps.(Disc.)cf.megastoma(295.) im Dach der Bänke und Ps.planorbis(296.) an ihrer Basis unterstreichen diesen Vergleich.



Profil 84



Profil 85

Hervorzuheben ist die späte Sandeinstreuung in den Schichten "12" und "5" des rechten Profils. Sandige Kalke erscheinen oft über dem Rhätsandstein, aber nachdem einmal reiner Kalk wie in "3" sedimentiert wurde, tritt sonst kein Sand in diesem Maß auf.

Profil 86, 400 m S Fischersmühle (s. EHRAT 1920,S.18), führt unter Psilonotenkalk ähnlicher Zusammensetzung wie Profil 84 ein Konglomerat. Faustgroße Kalksandsteingerölle liegen neben kleineren quarzitischen, sowie handförmigen kalkigen Sandsteinplatten, die in dieser Form keinen weiten Transportweg zurückgelegt haben können. Wenn außerdem wohlgerundete Quarzgerölle vorkommen, ist die heterogene Zusammensetzung dieses Geröllhorizontes von 2-7 cm Mächtigkeit deutlich umrissen.

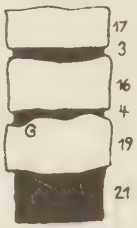
Dem darunter aufgeschlossenen Rhätsandstein sind schwarze Tonlagen eingeschaltet. Ihre dünnblättrigen Schichten sind fester als in anderen Rhättonen. Oft wechsellagern sie mit mm-feinen festen Sandsteinblättern. Glimmer ist verbreitet. Im unteren Teil des

Rhäts erscheint Sandstein nur in 5 cm starken Bänken zwischen 50 cm starken Tonschichten. Grauer Rhätton fehlt östlich der Fischersmühle überall im Schlichemtal.

Aus dem oberen S c h w a r z e n b a c h - Talgang mit Zimmern unter der Burg als zentral gelegener Ortschaft können längst nicht alle Grenzprofile zur Sprache kommen. Ich treffe die Auswahl so, daß vom Rhät ein möglichst vollständiges Bild entsteht. Im Psilonotenkalk kommen hier fast nur Ps.planorbis, plicatulum und auch Neophyllites vor; ganz selten Ps.(Curv.)harpoptychum.

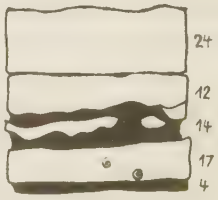
87. Südhang des Gewanns Lützelfeld, 1 km NW Zimmern:

17 Grauer Kalkstein, unten zahlreiche Muscheln.
3 Braune, mergelige Schalengruslage.
16 Hellblauer, feinkörniger Kalkstein.
4 Mergeliger Schieferkalk, sandig.
19 Grauer, feinkörniger Kalkstein. Schalen und Echinodermenreste. Oben Ps.(Curv.)harpoptychum (297.). Zähne von Sargodon und Saurichthys.
21 Schwarzgrauer, sandiger Kalkstein, durch zahlreiche schwarze Tonflasern schiefrig.
65 Grauschwarzer Ton. Oben hellgraue Tonschmitzen. Unter gelben mürben Sandlagen in der Mitte folgt olivgrüner, stark sandiger Ton auf gelbgrünem Knollenmergel.



Profil 88, 300 m N Zimmern, ist folgendermaßen gegliedert. Die obere Profilhälfte "24" und "12" besteht aus teilweise schillreichem Grobkalk. Schicht "14" entspricht als mürbe Mergellage, hier mit Kalkknollen, dem weit verbreiteten schiefrigen Zwischenmittel. Schicht "17" leitet als feinkörniger Kalkstein mit Ps.planorbis (298.299.) sowie Bonebedkomponenten zum flaserigen und sandigen Kalkstein an der Basis über. Das Rhät sei ausführlicher angegeben:

3 Gelber Sand, oft zu reiskorngroßen Aggregaten verbacken.
9 Hellgrauer, geschichteter Ton.
3 Sandstein mit kleinen Modiola-Steinkernen.
1 Hellgrauer Ton.
3 Sandstein mit Cardinia, Gervillia, Modiola.
1 Grauer, schwarz gefleckter Ton, glimmerig.
7 Tonflasersandstein, Wurmgänge von 14 mm Ø.
5 Schwarzer Ton.
30 Mürber Sandstein über weiterem Rhätsandstein.



Profil 88

Ähnliche Wechsellagerung von Rhätton und Rhätsandstein im cm-Bereich tritt auch am NW-Rand des Gewanns Tromeshorn auf. Die Rhät-Lias-Grenze ist hier fast 1 km lang aufgeschlossen. Überall steht mehrere m mächtiger Rhätsandstein an.

89. Tromeshorn, 800 m SSW Zimmern u.d.B.:

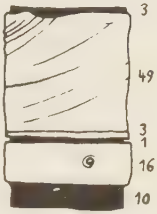
5 Fester, mergeliger Schieferkalk.
33;31;6 Grobspätiger Kalkstein, fast nur Schalengrus. Pyrit.

8 Feinkörnige Kalkknollen.
8 Blättriger Kalksandstein, Schalengrus, Gerölle. Domförmige Ausstülpungen nach oben. Eine harte Kalksteinlinse.
2 Sandig-kalkige, bröcklige Lage. Unten Wurmröhren.
10 Etwa cm-starke Sandsteinlagen, die mit grau- und schwarz geschecktem Ton abwechselnd. Es folgt 4 m Rhätsandstein.

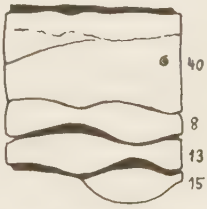
Aus der Färbungsweise des Rhättons ist zu schließen, daß primär dunkles Material durch Verwitterung ausbleichte. Den nächsten Profilen nach 50 m fehlt der Rhätton.

90. Tromeshorn, 1 km SSW Zimmern:

3 Schiefrig-bröckliger Kalkstein.
49 Grobspätiger Kalkstein mit maximal 40° nordwärts fallender Schrägschichtung.
3;1 Mergelige Schieferlagen.
16 Feinkörniger Kalkstein. Nur wenige Schalenreste. Ps.planorbis(300.301.) und Neophyllites (302.).
10 Braungrauer, flaseriger Kalksandstein mit etwas Schill. Darunter mehr als 4 m Rhätsandstein.



Dieses übersichtliche Profil liegt 60 m südlich von Nr.89. Zwischen beiden vermittelt Profil 91. Bildlich gesprochen tritt vor allem im unteren Teil Beruhigung der überaus wechselvollen Basisschichten des Profils 89 ein. Dagegen bleibt der obere Abschnitt überall gleichmäßig grobkörnig. Das Schalenmaterial wurde zu einem homogenen Grus aufgerieben, dessen Schrägschichtung von ersten Andeutungen im Profil 89 über 100 m Profillänge verfolgt werden kann. Selbstverständlich fielen auch die Ammoniten der Aufarbeitung zum Opfer. Nur ein unbestimmbares Bruchstück wurde gefunden. Am Südrand des Tromeshorns liegt Neophyllites (303.304.) in der untersten Kalkbank.



Profil 91

Hier verläuft die Sandstein- Kalksteingrenze über 10m horizontal, mit schwacher Diskordanz Sandsteinbänke abschneidend. Desgleichen fällt im Profil 89 die ebene Hangendgrenze der rhätischen Schichten auf. Dagegen erscheinen die ersten Kalksteinbänke darüber merkwürdig zerrissen und verbogen.

An einigen Stellen des Tromeshorns ist der oberste Rhätsandstein für höchstens 1 dm kalkig, worauf EHRAT(1920,S.18) bereits hinweist. Dabei verläuft die Grenze vom reinen zum kalkigen Sand-

stein (farblich ein Umschlag von gelbbraun zu blaugrau) girlandenartig, auch zerlappt und verzahnt. Der Dünnschliff zeigt in diesem Bereich unten Quarzkörner in gegenseitiger Berührung, ohne Kalk. Nach deutlicher Grenze liegen sie mit größerem Abstand in kalkiger Grundmasse. Offenbar wurden die Quarzkörner synsedimentär in den Kalk gebettet.

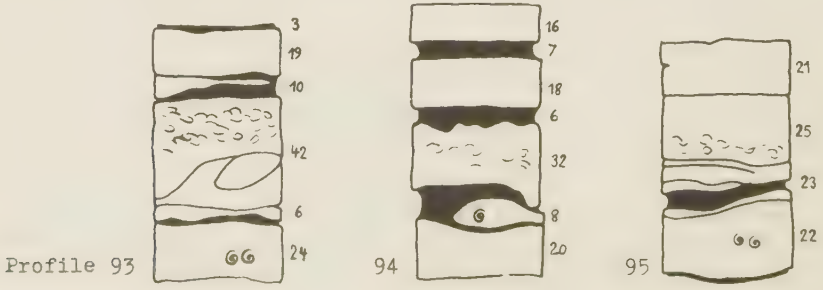
Fast 2 km S Zimmern, nahe der B 27, überlagert der Psilonotenkalk sehr kalkreichen Sandstein ohne Trennfuge.

92. 200 m N der Straßenabzweigung von der B 27 nach Zepfenhan:

2 Flaseriger Kalkstein.
31 Hellgrauer, grobkörniger Kalkstein. Massenhaft Lima, dickschalige Cardinien und Ostrea.
13 Schiefermergel, schwach schräggeschichtet.
15 Grobkörniger Kalkstein, fossilärmer als "31".
3 Braune Mergellage, grobe Quarze und Pyrit.
11 Blaugrauer Kalkstein, feinkörnig. Einzelne Muschelschalen. Kleine Gerölle. Unten Ps.planorbis(305.). Fuglos folgt darunter:
20 Blaugrauer, harter Kalksandstein ohne Einschlüsse.
1 Grauschwarzer Ton.
150 Rhätsandstein.

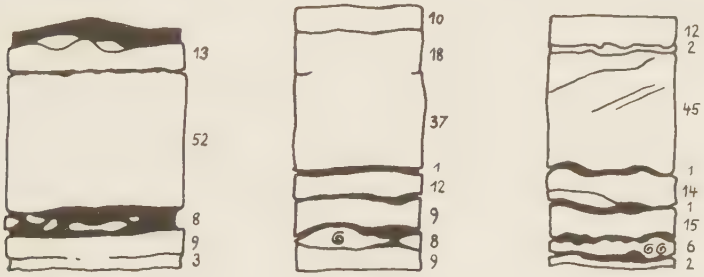
Eine 4 qm große konglomeratische Rutschplatte 20 m O des letzten Aufschlusses muß dem Rhät aus dessen unmittelbarer Nähe entstammen. Zwei handgroße Kalksandsteinplatten darin bezeugen hier, wie schon bei Täbingen, daß lokal heftigere Erosion gewirkt haben muß.

Das weitere linke Schwarzenbachufer zwischen der B 27 und der Burg von Zimmern führt entgegen der geologischen Karte keinen Rhätsandstein. Im Profil 93, 2 km SSW Zimmern, sowie Profil 94 im Schwaderbachtobel, 1 km SW Zimmern, folgt der Psilonotenkalk über gelbgrün verfärbtem km_5. Stets liegt im untersten feinkörnigen Kalkstein Ps.planorbis(306.307.). An der Straße Zimmern - Vaihinger Hof fand ich 750 m SW des Dorfes unter 1,2 m Psilonotenkalk 7 cm schwarzen Rhätton. Er liegt auf Knollenmergel. Etwas Sand und Pflanzenhäcksel sind seine einzigen Einschlüsse.



Der mächtige Rhätsandstein auf der Burg von Zimmern wurde von ENGEL(1908) beschrieben. Ich gebe nur ein Grenzprofil (Nr.95) vom Westrand wieder. Daraus sind Ps.planorbis(308.-310.) aus der untersten harten Kalkbank mit schwarzen Flitterchen (Reste von Vertebraten-Zähnchen ?) zu nennen. Der obere Kalkstein führt eine Lumachelle vorwiegend aus Cardinien. 10 m weiter nördlich wechsellagern grauer Rhätton und harte Sandsteinbänkchen vertikal über 20 cm. Darüber kommt Ps.planorbis im Kalkstein und darunter massiver Sandstein mit südfallender Schrägschichtung vor. Östlich des "Burgstalls" gibt es keinen Rhätton.

Westlich Zimmern keilt der zunächst gut entwickelte Rhätsandstein nach weniger als 1 km aus. Die folgende Profilserie vermittelt außerdem aufschlußreiche Veränderungen im Psilonotenkalk.



Profile 96 97 98

96. Brunnenstube 450 m W Zimmern:

13 Wulstiger, schiefriger Kalkmergelstein mit Rhynchonella sp..
52 Hellgrauer, grober Spatkalkstein, schaumig-porös.
8 Geröll- und fladenförmige Knollen dichten, mergeligen Kalksteins in mürbe Schiefermergel mit Schalengrus gehüllt.
9;3 Braungrauer, sandiger Kalkstein mit dunklen Tonflasern, Zähnchen, Pyrit und kleinen Geröllen.

Die beschriebene mächtige Spatkalkbank entspricht genetisch dem Oberteil von Profil 89. Weiterhin schließt das "Bonebed" (Schichten "9;3") an ähnliche Grenzschichten am Tromeshorn an. Sie sind als kalkreiche Partien der schiefrigen Basalschicht des Psilonotenkalks aufzufassen.

Die Profile 97 und 98 liegen 5 m auseinander, beide 350m westlich von Profil 96.

98. Steinbruch im Aspenwald, 850 m WNW Zimmern:

12 Dunkelgrauer, feinkörniger Kalkstein ohne Einschlüsse.
45 Feinkörniger Kalkstein; Schrägschichtung fällt mit 25° nach NO.
14 Grober Kalkstein, von Schieferlagen begrenzt.
15 Fossilleerer Kalkstein mit Pyritkristallen.

6 Grauer, fast dichter Kalkstein mit feinen Spatpartikeln, rötlich und grünlich anwitternd. Ps.planorbis und Neophyllites (311.). Der Kalk ist linsenförmig eingeschnürt und von mürben Schiefermergeln umgeben.
2 Flaseriger grauer Kalkstein, sandig. Darunter Rhätsandstein.

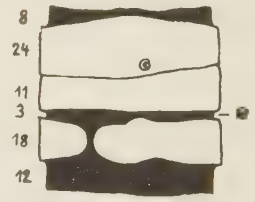
Profil 97 weist entsprechende Schichten auf. Lediglich an der Basis liegen nun echte Kalklinsen mit Ps.planorbis vor. Der Anschluß zum Profil 96 bereitet kaum Schwierigkeiten; von den planorbisführenden Schichten sind dort nur noch Knollen übrig!

Diese drei Profile liegen auf kompaktem Rhätsandstein. 1 km WNW Zimmern wird der Psilonotenkalk von 40 cm abwechslungsreichem Gemisch aus Ton, Sand und Sandstein des Rhäts unterlagert. Zuoberst fällt 10 cm hellgrauer Ton trotz Vergilbung auf. Er geht in schwarzen Ton über. Graue Sand-Tonlagen folgen und auch festere Sandsteinbröckchen mit zerdrückten Tongallen, dann wieder einige cm blauschwarzer Ton. Zuunterst erscheint nach fast ebener Grenzfläche gelber, krümeliger Mergel, so daß ein scharfer Farbkontrast entsteht. Eine kopfgroße, hellgraue Steinmergelknolle wurde dicht unter der Schichtgrenze gefördert.

Im Vaihinger Wald, 2 km SW Zimmern, fanden sich zwei der hier seltenen Psilonoten der Untergattung Curviceras.

99. Vaihinger Wald, 3,3 km WSW Zimmern:

8 Durch Schill krümeliger Schieferton.
24 Hellgrauer, grobkörniger Kalkstein, fossilarm. Unten ein durch Umlagerung beschädigtes Ps.(Curv.)harpoptychum (312.).
11 Kalkstein wie "24". An der Bankunterseite der verdrückte Schalenrest eines lateral gerippten Psiloceras(313.).
3 Schwarzer Schiefermergel.
18 Graue feinkörnige Kalksteinlinsen.
12 Sandiger Schiefermergel auf gelblich grünem Knollenmergel.

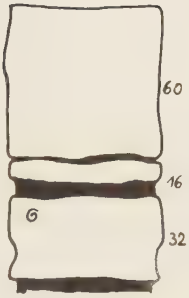


Profil 100, 2,5 km SW Zimmern ist ähnlich aufgebaut. Die obere grobkörnige Kalksteinbank enthielt neben vielen Muscheln Ps.(Curv.) aff.subangulare(314.) mit mürber Mergelfüllung. In der sehr feinkörnigen unteren Bank fand ich Ps.planorbis(315.316.). Nach 10 cm schwarzem Schiefermergel folgt gelbbrauner Knollenmergel.

Der verbleibende südlichste Teil des Abschnitts "Kleiner Heuberg" zwischen Neukirch und der Prim ist bis auf den äußersten Südzipfel aufschlußarm. Von 11 Profilen haben nur 6 Profile Ammoniten geliefert. Das Rhät bei Wellendingen ist nur zweimal im Kontakt mit dem Lias zugänglich.

101. Tannhalden, 0,5 km WNW Zepfenhan:

60 Von unten nach oben zunehmend grobkörniger Kalkstein. Massenhaft eingeregelte Cardinien, teils mit Mergelfüllung. Auch unabhängig davon mergelige Gesteinsfetzen darin. Pyrit.
16 Kristalliner Kalkstein ohne Fossilien. Schiefrige Textur angedeutet. Oben und unten 2-4 cm mürbe Schiefermergel.
32 Harter mittelkörniger Kalkstein. Einzelne Muscheln. Oben Ps.plicatulum(317.). Von der Basis hebt sich eine Schieferlage ab. Darin Knochenreste, Plasterzähnchen, kleine Gerölle dichten grauen Steinmergels und viel Pyrit. Darunter beigefarbener Knollenmergel.



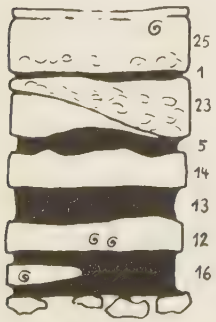
Schicht "16" kann trotz mehrteiliger Zusammensetzung als Einheit aufgefaßt werden, da auch der zentrale Kalkstein Schiefertextur erkennen läßt.

Von einem Aufschluß 750 m W Feckenhausen möchte ich nur die stärkere Aufgliederung in 5 harte Kalksteinbänke mit jeweiligen Schieferzwischenlagen erwähnen. Die höheren Kalke sind wesentlich heller und grobkörniger als die dunklen feinkörnigen Basisbänke.

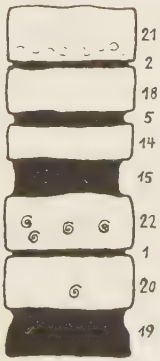
Weiter südlich wird offensichtlich, daß mit zunehmender Gesamtmächtigkeit am Aufbau des Psilonotenkalks allgemein mehr Bänke beteiligt sind als im Norden. Doch auch südlich Zimmern erreichen vier- und fünfteilige Profile 1,2 m Mächtigkeit.

102. Rote Steige, 2,5 km WNW Wellendingen:

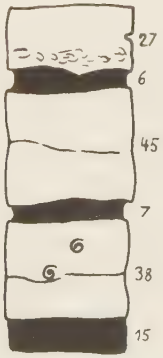
25 Hellgrauer grober Kalkstein voller Cardinien. Zentral ein schlecht erhaltener, aber vollständiger Ammonit, 16 cm Ø.
1 Schiefrige Kalkmergellage.
23 Zwei gegenseitig auskeilende grobkörnige Kalksteinbänke, deren obere faziell Schicht "25" gleicht.
5 Mürbe Schieferlage.
14 Homogener, harter blaugrauer Kalkstein, fossilarm.
13 Brauner, sandiger Schieferkalkstein.



Profile 102



103



104

12 Harter grauer Kalkstein. Einzelne Muscheln. Ps.planorbis(318.).
16 Mürbe, sandige Mergelschiefer mit Schalengrus. Eine Kalksteinlinse, hart und grau wie "12", mit Ps.planorbis(319.) und Rhynchonella. Im Liegenden führt hellgelber, ungeschichteter Mergel (km_5) klüftige Steinmergelknollen, beige.

FISCHER-Rottweil (1912,S.13) hat ein ausführliches Psilonotenkalkprofil vom Rotesteigwald veröffentlicht. Die sicherlich vorhandenen mürben Schieferlagen zwischen den härteren Bänken müssen dabei ausgelassen worden sein. FISCHER gibt Ps.planorbis aus dem untersten Kalkstein an und aus dem obersten einen Psiloceras mit 19 cm Ø, 5 cm Windungshöhe und 2,1 cm Windungsbreite. Die Innenwindungen des Stücks tragen Rippen. Diese Befunde kann ich nachdrücklich bestätigen.

Bezeichnend für die Lagerstätte der großwüchsigen Psilonoten sind Pyritanreicherungen. Sie sind meistens zu rotem Mulm verwittert, der beim Ausbröckeln ein löchrig zerfressenes Gestein hinterläßt. Die Mächtigkeit der grau und gelb verfärbten obersten Knollenmergel gibt HAAG(1897,S.10) mit 2 m an.

103. Westrand Unteres Brühlholz, 2 km WNW Wellendingen:

21 Hellgrauer, cardinienreicher Grobkalkstein.
2 Grauer Kalkmergel.
18 Grauer, stahlharter Kalkstein, fast fossilleer.
5 Sandig-tonige Kalksteinblätter.
14 Blaugrauer, fossilleerer und harter Kalkstein.
15 Braune, sandige Kalkmergellage, schiefrig.
22 Taubengrauer, feinkörniger Kalkstein, etwas mergelig. Feinspätiges Material ist schlierenweise eingestreut; sonst fossilarm. Ps.(Caloceras)johnstoni(320.-323.).
20 Nach einer mürben Trennfuge ("1") blaugrauer, splittrig brechender Kalkstein. Pecten und Ostrea neben Ps.planorbis(324.).
19 Dunkelgrauer Kalksandstein mit schwarzen Tonflasern. Feiner Schalengrus. Pyrit. Darunter gelber Knollenmergel.

Es gelingt nur selten aus den harten, splittrigen Kalken vollständige Ammoniten zu gewinnen. Oft fand ich mehr Individuen als angegeben, jedoch beim Herausschlagen wurden die kalzitisierten Stücke völlig zertrümmert. Psiloceras (Cal.)johnstoni erscheint von hieran nach SW in den meisten Profilen. Zuletzt konnte ich von der Lyach häufiger Vertreter dieser Untergattung anführen.

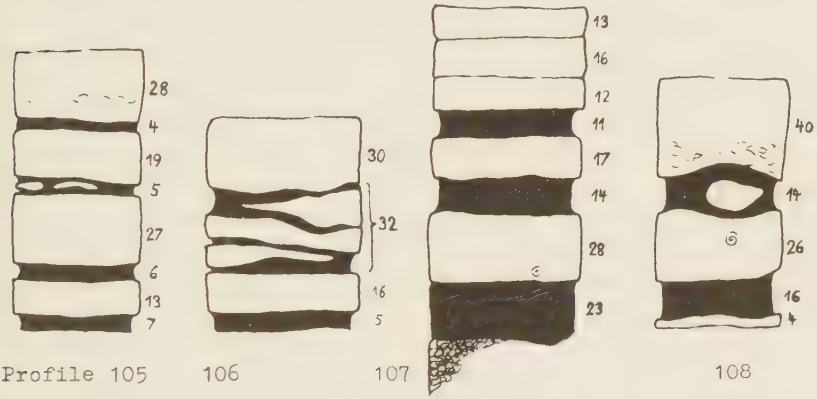
104. Quelle 200 m S Ziegelhütte, 1,5 km NW Wellendingen:

27 Hellgrauer grober Kalkstein, vor allem basal fossilreich.
6 Graubrauner, sandiger Kalkmergel, fest.
45 Zwei gleichstarke fossilarme Kalksteinbänke.
7 Absandender mergeliger Kalkstein, schiefrig.
38 Grauer, feinkörniger Kalkstein, einzelne Muscheln. Oben Psiloceras?(325.), gänzlich verdrückt. Zentral Ps.planorbis(326.).
15 Brauner, sandiger Kalkschiefer.
200 Dunkelgrauer Rhätton, ganz aufgeschlossen. Geschichtet, feinste Sandschmitzen. Absonderung in cm-starken Lagen. Keine festen Einschaltungen, etwa von Sandstein. 3 cm über der

Basis eine dünne sandige Schicht mit Pflanzenhäcksel.
Darunter unvermittelt gelbgrau verfärbter Knollenmergel.

Dieses Rhätvorkommen liegt weitgehend isoliert, denn 200 m W des Aufschlusses liegt in einem Bachlauf Psilonotenkalk auf gelbem Knollenmergel, ebenso 400 m SW von hier. Auch 300 m nördlich hat die Anschlußleitung der Bodensee-Fernwasserversorgung nach Rottweil keine rhätischen Schichten angeschnitten (EINSELE & SEIbold 1961,S.231). Nur östliche Fortsetzung wäre denkbar.

Mächtigkeitsschwankungen im Psilonotenkalk über kurze Entfernungen, durch EINSELE&SEIBOLD bei Wellendingen mehrfach festgestellt, kommen auch in den folgenden Profilen zum Ausdruck.



Profile 105 106 107 108

Profil 105 liegt 1,5 km SW Wellendingen. Die beiden oberen Kalksteinbänke "28" und "19" sind überaus grobkörnig und teils muschelreich. In der unteren Hälfte liegt 27- und 13 cm stark feinkörniger Kalkstein, nahezu fossilleer. Sämtliche Bänke werden von sandig-tonigen Kalkschichten (Kalkkomponente in der Regel als feiner Schalengrus) mit der charakteristischen Schiefertextur getrennt.

Profil 106 vom Gewann Ecken, 1,5 km SSW Wellendingen, führe ich besonders wegen aufschlußreicher Lagerungsverhältnisse in seinem Mittelteil an. Hier findet über 0,5 m Entfernung ein Schichtwechsel in vertikaler Richtung statt. Oben liegt dunkler feinkörniger Sandkalkstein, fossilarm. Zentral ("32") überwiegt zwischen blättrigen Kalkmergellagen ebenfalls sandiger Kalkstein mit einer Muschellage. 16 cm feinkörniger Kalkstein mit einzelnen Schalen- und Echinodermenresten bildet die Basisbank.– Unter 5 cm schwärzlichem, sandigem Schieferkalk findet sich Rhät angedeutet : Oben 3 cm hellgrüngrauer Lehm mit kleinen harten Sandbröckchen (Reste

einer Lage?), und etwa 30 cm gelbes Gemisch aus Sand und Mergel darunter.

Im Gewann Waldbrunnen konnte ich 700 m S Wellendingen das Profil 107 aufgraben. Schicht "16" ist grobkörnig und schillreich wie die Oberbänke der meisten Nachbarprofile. In Schicht "8" lag Ps. (Cal.)cf.johnstoni(327.). Unter 23 cm flaserigem Sandkalkstein an der Basis des Psilonotenkalks steht mäßig festes Material goldgelber Farbe an. Festere kalkige Teile davon bauen schwammartig ein Gerüst auf, dessen Hohlräume gelber Mergel (km_5?) erfüllt. Dem Schliff sind keine weiteren Einzelheiten zu entnehmen. Nachfließendes Grundwasser verhinderte die Freilegung kernfrischen Gesteins. 20 cm wies ich nach, ohne die Basis erreicht zu haben. Rhätsandstein scheint hier zu fehlen.

Altbekannt und auch gegenwärtig im kleinen Bereich zugänglich ist Rhätsandstein an der Straße Wellendingen-Frittlingen (vergl. QUENSTEDT und alle nachfolgenden Bearbeiter des Gebietes). Zusammenhang mit dem Lias besteht nirgends. Da die steile Straßenböschung keinen Schurf zuläßt, unterblieb weitere Nachforschung.

Am südlichen Ortsrand von Wellendingen hat die Starzel neulich Knollenmergel angeschnitten, so daß kernfrischer Psilonotenkalk nachgebrochen ist. Eine Gliederung dieses 1,2 m mächtigen Kalksteins ist ausgeschlossen. Nahezu alle sonst berücksichtigten Einzelheiten bei der Profilbeschreibung kommen erst durch Verwitterung deutlich zum Vorschein. Rhät fehlt hier.

Profil 108, 1 km W Frittlingen im Gewann Taubenried, besteht oben aus grobkörnigem Schillkalk. Neben der Kalkknolle lag Nautilus sp.. In der feinkörnigen Basisbank "26" fand ich Ps.(Cal.) cf.johnstoni(328.).

Der südlichste Aufschluß des Abschnitts "Kleiner Heuberg" liegt 2 km WSW Frittlingen. Zahlreiche Kalksteinbänke, in denen ich keine Ammoniten fand, folgen unmittelbar über Knollenmergel. Ebenso fehlt das Rhät mit Sicherheit am südwestlichen Ortsausgang von Frittlingen.

Am rechten Rand des Primtales zwischen Neuhaus und Aldingen steht Psilonotenkalk noch oft an. Eingehende Aufnahmen sind aber unterblieben, weil sich die Profile von Aixheim und Trossingen ohne Schwierigkeiten an diejenigen von Wellendingen anschließen lassen.

4. Baar.

Die Übersicht zu den Aufschlüssen (Abb.5) zwischen Prim und Donau zeigt ungleichmäßige Verteilung der Profile, weil der Rhät-Lias-Grenzbereich SW von Trossingen durch Verwitterung und Rutschungen besonders stark verschleiert ist.

Die Kartierung der BWV-Gräben südlich Mühlhausen durch EINSELE&SEIBOLD (1961) ergaben, daß die Tonfazies des unteren Psilonotenkalks die alte badisch-württembergische Landesgrenze nach Norden nicht überschreitet.–

Wenn ich oben die guten Vergleichsmöglichkeiten der Profile von Wellendingen und Trossingen hervorhob, gilt das für die NO-SW verlaufende Untersuchungsrichtung entlang des äußersten Randes der Lias-Schichtstufe. Schon 6 km südlich davon, an der Prim, besitzt Profil Aldingen abweichende Züge.

Abb.5.

109. Westrand des Gewanns Böllen, 500 m NW Aldingen:(Skizze s.u.)

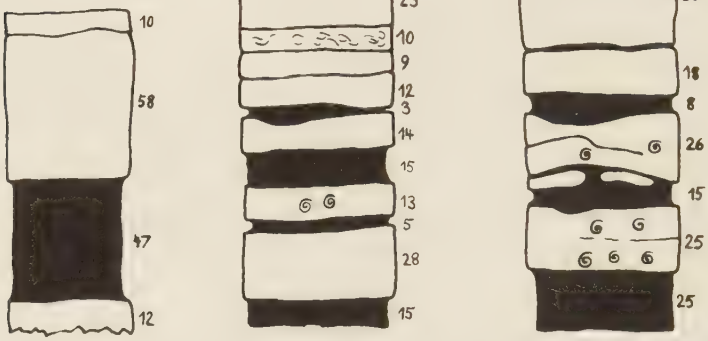
10 Grauer, dünnschichtiger Kalkmergelstein, sandig. Schill.
58 Hellgrauer, grober Kalkstein. Einzelne Cardinien.
47 Im frischen Zustand dunkelblaugrauer mergeliger Kalkstein mit Sand. Angewittert erscheint er braun und stark absandend. Schwarze Tonflasern lassen dann die Bank schiefrig aufspalten. Keine Fossilien, fein verteilter Pyrit.
12 Blaugrauer Kalkstein, ebenfalls sandig. Schalenreste. Wulstige Netzleisten an der Basis. Unmittelbar darunter Knollenmergel.

Grundsätzlich besteht kein Widerspruch zum Aufbau anderer Profile. Die Basisbank ist feinkörnig ausgebildet, darüber folgt sandiger, schiefriger Kalkstein, und oben liegt grober Schillkalk. Gleichviel ist der Anschluß an die Nachbarprofile schwierig.

110. Westrand des Gewanns Katzenloch, 1 km NW Aixheim:

23 Blaugrauer, überwiegend grobkörniger Kalkstein mit Muscheln.
10 Schillkalk. Massenhaft Cardinia, Lima, Pecten, Ostrea.
9;12 Grauer, kristalliner Kalkstein, fossilarm.
3 Mürber brauner Tonmergel.
14 Homogener Kalkstein, fast fossilleer.
15 Fester Kalkstein, tonig und bituminös. Schiefrige Textur.
13 Fossilarmer, feinkörniger Kalkstein. Ps.(Curv.)harpoptychum (329.330.).

5 Mürbe Lehmlage.
28 Hellblaugrauer, feinkörniger Kalkstein, kleine Pyritwürfel.
15 Braungrauer, flaseriger Kalkmergelstein ohne Fossilien.
Darunter gelbgrauer Knollenmergel.



Profile 109 110 111

1,5 km NNW Aixheim entdeckte ich zahlreiche Rhätsandsteinbrocken. Aufschlüsse besitzt der flache, dicht bewaldete Hang nicht. Grabungen stoßen nur auf Gesteinsschutt. Seine 0,5 qkm-große Verbreitungsfläche ist wahrscheinlich die westliche Fortsetzung des Wellendinger Rhätsandsteins.

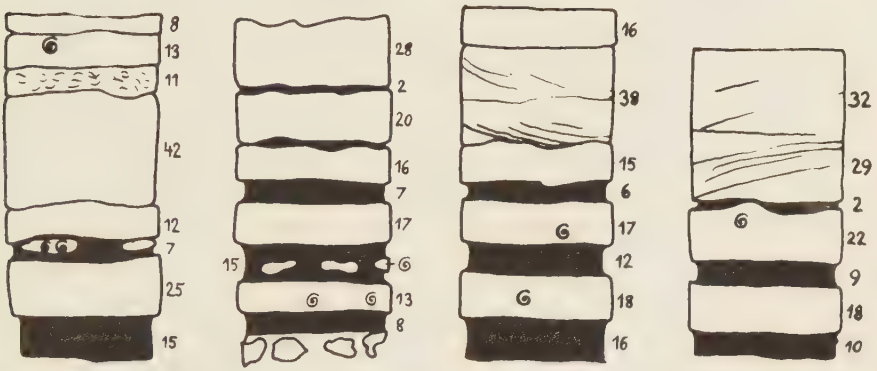
Eine Mitteilung von M. SCHMIDT (1930,S.55) veranlaßte mich am Rennplatz, 2 km NW Aixheim, nach einem"kalkigen Äquivalent des Rhätbonebed" zu suchen. Zugänglichen Psilonotenkalk fand ich erst 1 km SW von hier im Eichhofwald.

111. Materialgrube im Eichhofwald, 2,5 km W Aixheim:

38 Heller, grober Kalkstein. Viele Muscheln, Holzreste und Pyrit.
18 Blaugrauer, feinkörniger Kalkstein, fossilarm.
8 Stark sandiger Kalkmergelschiefer, grünbraun.
26 Grauer, kristalliner Kalkstein, Muschelschalen. Von 6 Ammoniten ließ sich nur Ps.(Curv.)aff.subangulare(331.) gewinnen.
15 Braune, blättrige Kalkmergel mit dichten Kalksteinlinsen.
25 Zwei Kalksteinbänke, oben feinkörniger als an der schillreicheren Basis. Ps.planorbis(332.333.).
25 Sandiger Kalkmergel mit Flasertextur. Darunter Knollenmergel.

SCHMIDT fand am Rennplatz über gelben Knollenmergeln 1 m Kalkstein mit Vertebraten-Resten, seinerseits von Kalkstein mit Ps. planorbis überlagert. Die genaue Beschreibung der 1 m mächtigen Bank als plattig und weniger kompakt, von eigentümlich brecciösem und spätigem Charakter, sowie mit einer Einlagerung schwarzen Tonschiefers, deutet zunächst auf die weit verbreiteten schiefrigen Kalkmergel. Bei Aldingen erreichen sie 0,5 m. –

Die nächsten Aufschlüsse zeigen, daß Profil 111 für die Baar normale Ausbildung hat.



Profile 112 113 114 115

112. Bachanriß im Bodenholz, 2 km SW Aixheim:

8 Grüngrauer Kalkstein mit dunklen Tonbestegen.
13 Hellgrauer, grobkörniger Kalkstein. Dickschalige Cardinien. Ps.(Disc.)cf.megastoma(334.), 23 cm Ø, vollständig erhalten.
11 Lumachelle.
42 Grauer, zäher Kalkstein, sandig. Vereinzelt Muscheln.
12 Fossilarmer, feinkörniger Kalkstein, muschelige Bruchflächen.
7 Schiefermergel. Kalklinsen mit Ps.(Cal.)johnstoni(335.336.).
25 Harter, hellblauer Kalkstein, feinkörnig und fossilarm.
15 Braun angewitterter sandiger Schieferkalk mit Tonflasern. Es folgt gelber Knollenmergel.

Discamphiceras (334.) im obigen Profil ist der einzige Fund dieser Untergattung in der Baar. Seine Lage in Grobkalken des obersten Psilonotenkalks entspricht den Vorkommen am Kleinen Heuberg.

113. Rote Halde, 2 km N Trossingen:

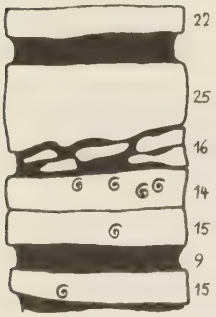
28;2;20 Harter, hellgrauer Kalkstein, feinspätig. Pyrit.
16 Splittrig brechender, feinkörniger Kalkstein.
7 Mürber grüngrauer Mergelgrus.
17 Dichter Kalkstein, keine Fossilien.
15 Kalkknollen, mit Ps.planorbis(337.), in mürben Schiefermergeln.
13 Sehr harter, feinkörniger Kalkstein mit Ps.planorbis.
8 Schiefermergel auf gelbem Knollenmergel. Letzterer enthält faustgroße dichte Steinmergelknollen, gelbgrau.

Es genügt nunmehr bei Profil 114, 1,5 km NNW Trossingen, auf das Wichtigste hinzuweisen. Weder im Aufbau noch in der Fazies bestehen Unterschiede zu "Rote Halde". Deutlich ausgebildete Schrägschichtung der oberen Bank fällt nordostwärts wie am Tromeshorn (Kleiner Heuberg). Ein Ammonit in Schicht "17" wurde als Ps.(Curviceras?)(338.) bestimmt. Im untersten massiven Kalkstein liegt Ps.cf.plicatulum(339.).

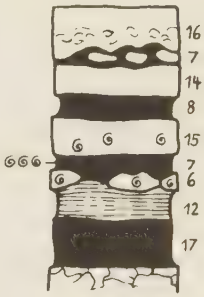
Als weiteres Beispiel für die Horizontbeständigkeit der einzelnen Psilonoten-Arten führe ich vom oberen Trosselbach, 500 m SO Trossingen, Profil 115 an. Die Schrägschichtung fällt in der grobkörnigen Oberbank nach SO. In Schicht "22" fand ich Ps.(Cal.) johnstoni(340.). Beide Basisbänke bestehen aus feinkörnigem, dunkelgrauem Kalkstein.

Obwohl Profil 115 fast 0,5 km von einem oft besprochenen Aufschluß ISSLERs (1908,S.8) im Zentrum von Trossingen entfernt liegt, dürfte eine 10 cm starke "dunkle, kalkig-tonige Schicht" mit Bonebedkomponenten, an der Basis des Psilonotenkalks, der Schicht "16" im Profil 115 entsprechen.

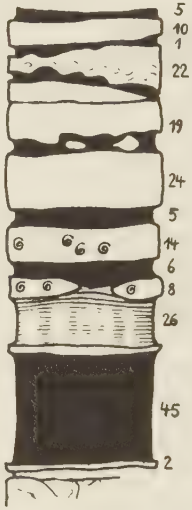
Die folgenden Aufschlüsse liegen jeweils 5 km auseinander. Ich stelle sie als überleitende Beispiele für die Faziesänderung im unteren Psilonotenkalk nebeneinander.



Profile 116



117



118

Bei Mühlhausen, 4 km SO Schwenningen, erscheint der Psilonotenkalk in seiner Mächtigkeit gegenüber den Trossinger Profilen etwas reduziert. Auch EINSELE&SEIBOLD (1961) geben neben einem 1,4 m messenden Profil (1 km S Weigheim) zwei 0,75 m mächtige westlich davon an. Im Hinblick auf Profil 117 nehmen die Kalkbänke weiter südlich noch stärker ab, um dann bis zur Donau wieder anzuschwellen.

116. Kohlbrunnen, 1 km O Mühlhausen bei Schwenningen:

22 Oben schillreicher Kalkstein, unten Schiefermergel.
25 Hellgrauer, grobkörniger Kalkstein, Pyrit.
16 Schiefermergel mit grobkörnigen Kalksteinknollen.
14 Blaugrauer, feinkörniger Kalkstein, sehr hart. Flachmuschelige Bruchflächen. Ps.(Cal.)johnstoni(341.-345.) und etwas Schill.
15 Kalkstein wie "14" mit Psiloceras sp..

9 Braungraue, mürbe Mergellage, schlecht feingeschichtet. Verdrückte Schalenreste, Cidarisstacheln, zersetzter Pyrit.
15 Dunkelgrauer, harter Kalkstein, feinkörnig. Ps.plicatulum (346.347.). Darunter 2 cm Schiefermergel auf Knollenmergel.

Auch hier Ps.plicatulum und Ps.johnstoni deutlich getrennt übereinander in den beiden unteren Kalksteinbänken. Die höheren Schichten sind zumindest durch die Gesteinsausbildung mit den entsprechenden Abschnitten früherer Profile vergleichbar.– Der folgende, durch Grabung erweiterte Aufschluß, liegt im Schnittpunkt der Keuper-Lias-Grenze mit dem Südrand von Blatt Schwenningen.

117. 750 m S Sanatorium Hirschhalde bei Bad Dürrheim:

16 Harter Kalkstein. Dickschalige Cardinien und Schill.
7 Blättrige Kalkmergellage mit Kalksteinlinsen wie "16".
14 Dunkelgrauer Schillkalk mit Pyrit und Mergeleinschlüssen.
8 Brauner Schiefermergel mit Schalengrus.
15 Blaugrauer, feinkörniger Kalkstein, splittrig brechend. Ps. (Cal.)johnstoni(348.).
7 Grüngraue, sandige Tonmergel mit feinem Schalengrus, schiefrig. Ps.plicatulum(349.350.), schlecht erhalten, da umgelagert.
6 Flache Linsen feinkörnigen Kalksteins, vor allem basal dicht und mergelig, braungrau. Ps.planorbis(351.) und plicatulum (352.353.). Spärliche Schalenreste.
12 Feingeschichteter Ton, überwiegend schwarz, jedoch auch rostbraune Blätterlagen und feine hellgraue Schmitzen.
17 Dunkelbraungrauer Tonmergel mit Sand und feinem Schalengrus. Auch größere flachgedrückte Schalen. Nach einer rostbraunen Schicht (1 cm) folgt mürber gelber Mergel über hellgrauem, ungeschichteten Steinmergel im Liegenden. Letzterer ist dicht und fossilleer.

Die Art der Schichtung der Tonmergel "17" entspricht der schiefrigen Textur und Flaserung in den Mergellagen zwischen den massiven Kalksteinbänken. Hier führt das Sediment lediglich mehr Ton.

Wie oben bereits angedeutet, ist der Anteil fester Kalkbänke am Gesamtprofil zurückgegangen. Bei Mühlhausen (Profil 116) zeigte die Basisbank mit Ps.plicatulum andeutungsweise Verjüngung (linker Profilrand). Hier liegt sie nun in Linsenform vor. Die Schichten unter Ps.planorbis sind der mergeligen Basis-Lumachelle vergleichbar. Ich habe sie in fast allen Aufschlüssen unter Ps. planorbis angetroffen, und ihr werden die schwarzen Tone und dunkelbraunen Tonmergel von der Hirschhalde anzuschließen sein.

Profil Hirschhalde zeichnet sich weiterhin durch festes Gestein im obersten Knollenmergel aus. Hier sind die bei Wellendingen und Trossingen bereits erwähnten Steinmergel zu einer klüftigen Bank zusammengeschlossen.

Von Aasen gibt VOLLRATH(1924 b,S.671) ein Teilprofil der Rhät-Lias-Grenze an. Es vermittelt zwischen Hirschhalde und Pfohren. Unter Kalksteinen mit Ps.johnstoni folgen demnach 20 cm "schwarze

blättrige dünnschichtige Tonschiefer" und 15 cm "Muschelsplitterlage" darunter. Die Profilbasis bildet weißgrauer Knollenmergel.

Auch von Pfohren sind ältere Aufnahmen bekannt. Aus einer alten Materialgrube an der Donau führt SCHALCH(1909) nach älteren Arbeiten ein ausführliches Profil an. M.SCHMIDT(1924) fügte ein weiteres NW Pfohren hinzu. Im gleichen Straßeneinschnitt legte ich die Grenzschichten zur Ammonitensuche abermals frei.

118. Wegauffahrt zu den Immenhöfen, 500 m NW Pfohren (Donau):

5 Mürbe, schlecht geschichtete Mergellage.
10 Muschelführende Kalksteinbank.
22 Zwei gegenseitig auskeilende Bänke, in schiefrige Mergel gehüllt. Oben als Lumachelle ausgebildet, unten fast fossilleer.
19 Hellgrauer Kalkstein; Lima, Cardinia.
24 Homogener Kalkstein, nahezu fossilleer.
5 Mürbe verlehmte Lage.
14 Grauer, feinkörniger Kalkstein. Ps.(Cal.)johnstoni(354.) neben zahlreichen weiteren Exemplaren (355.). Sie können nur nach den Windungsverhältnissen im Querbruch als jonstoni bestimmt werden, da das frische Gestein die kalzitisierten Gehäuse nicht freigibt.
6 Schwärzliche Schiefertonmergel mit Schalengrus.
8 Brotlaibförmige Knollen aus schwach mergeligem dichtem Kalkstein. Blasse schichtparallele Streifen. An Fossilien nur unbestimmbare Ammoniten (356.-358.) unter 1 cm Ø.
20 Blauschwarzer Schieferton, sandfrei. Brauner Flächenbelag und feine hellgraue Schmitzen.
45 Nach einer pyritreichen, kalkigen Lage folgt schwarzer, schichtiger Tonmergel mit Schalengrus und Gipskriställchen.
2 Schwarzer, pyritreicher Kalkmergelstein. Darunter etwa 1 cm grüngrauer Mergel, der allmählich in harten, hellgrauen Steinmergel übergeht. In seinem Liegenden verfärbter Knollenmergel.

In der Materialgrube Pfohren steht diegleiche Schichtfolge an. Allerdings liegen die Knollen "8"(s.o.) nicht unter-, sondern in dunklen Schiefermergeln.

Die beiden letzten Profile leiten bereits über zum südlichsten Abschnitt des Untersuchungsgebietes zwischen Donau und Hochrhein.

5. Donau - Rhein - Zug.

Eine Zusammenstellung von sieben Keuper-Lias-Grenzprofilen dieses Gebietes gibt SCHALCH(1920). Seither ist nur ein Aufschluß bei Mundelfingen bekannt geworden (HOFFMANN 1927). Bei aller Genauigkeit der älteren Angaben ist doch wenig über die genaue Lage der Psilonoten bekannt. Weiterhin schien es sinnvoll, den bisher konsequent entlang der Alb untersuchten Psilonotenkalk bis zum längst bekannten Auskeilen im Klettgau zu verfolgen. So wurde der Untersuchungsgegenstand wenigstens nach SW vollständig erfaßt. Eine Be-

arbeitung der NO Stuttgart liegenden Rhät-Lias-Grenze bis zum Auskeilen des Psilonotenkalks bei Ellwangen steht hinsichtlich der Gliederung des letzteren noch aus.

Abb.6 liefert die Übersicht zu den Aufschlüssen (119-128).

Im Waldgebiet bei Behla hat ein frischer Bachanriß den Psilonotenkalk freigelegt. Der Aufschluß ist 1,5 km von Hausenvorwald entfernt, wo SCHALCH(1911) unter 10 cm Kalkstein mit Ps. johnstoni 18 cm braunen, eisenschüssigen Schieferton auf gelben Knollenmergeln angetroffen hat.

119. Bachanriß am Wolfbühl, 1 km WNW Behla:(Skizze s.u.)

22 Hellgrauer Kalkstein, in den untersten 7 cm dicht, braungrau und streifig. Bankzentral Ps.(Curv.)aff.subangulare(359.) und cf.subangulare(360.).

50 Schokoladenbrauner Schieferton, sanfrei. Rostiger Belag auf Schichtflächen, hellgraue Schmitzen.

12 Hellblaugrauer, feinkörniger Kalkstein. Echinodermenreste, Cardinien und ein Fischzahn. Ps.(Cal.)johnstoni(361.) und Ps.(Curv.)harpoptychum (362.). Darunter Knollenmergel.

Der dichte Kalkstein an der Basis von "22" gleicht faziell den Knollen zwischen Psilonotenkalk und darunter folgendem Liaston in den Profilen Hirschhalde und Pfohren(Pr.117 u. 118).

Zwischen Döggingen und Mundelfingen ist aus dem Gewann Baierleh durch SCHALCH(1911) 25 cm Psilonotenkalk bekannt geworden. 200 m südostwärts am Gewann Hebsäcker konnte ich in einer gleichstarken Kalkbank über

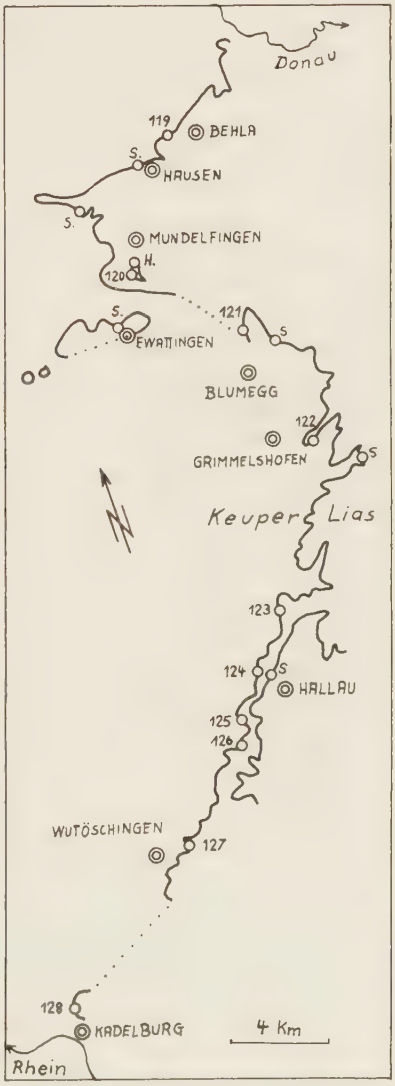
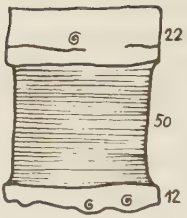


Abb.6.

S.= Aufschlüsse von SCHALCH,
H.= Aufschluß von HOFFMANN.

Knollenmergel berippte Psilonoten nachweisen. Sie lassen sich nicht aus dem harten Gestein präparieren.

Im Aubach südlich Mundelfingen stellte HOFFMANN einen guten Aufschluß her. Heute ist davon nichts mehr zu finden. Abb.7 gibt ein rekonstruiertes Bild des Psilonotenkalkprofils wieder, da HOFFMANN auch die Zwischenlagen aus schiefrigen Mergeln genau eingemessen hat. Bemerkenswert sind "Psiloceras sp.", flachgedrückt, in den Mergeln "12", sowie "seltene Psiloceraten aus der Gruppe des Ps.johnstoni SOW." in der Basisbank "10", in der auch ein Fischzähnchen gefunden wurde. Nach 46 cm lichtem Mergel darunter erscheint eine Steinmergellage im obersten Knollenmergel.



Profil 119

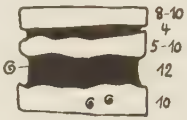


Abb.7.

Kaum 15 m SW der Lokalität HOFFMANNs erschürfte ich von oben nach unten: 2 m grüngraue Schiefertone, 18 cm schwarze schiefrige Mergel mit Sand und Schalengrus, 15 cm hellgrauen dichten Steinmergel ohne Fossilien und darunter rosaroten Knollenmergel. Etwa 300 m südlich, in einem rechten Seitentobel des Aubachs, war genauere Untersuchung eines ähnlichen Profils möglich.

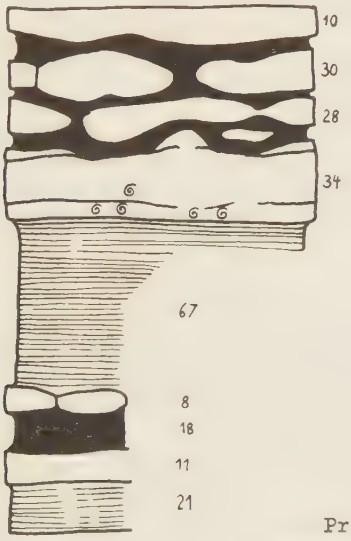
120. Westlichster Punkt des Aubachs, 1,5 km SSW Mundelfingen:

450 Durchgehend erschlossener grüngrauer Schieferton, glimmerig, feinsandig und mit mehreren cm-dünnen Sandsteinbänkchen.
18 Schwarzer, mäßig fester Tonmergel als einziges Äquivalent des Psilonotenkalks. Das geschichtete Gestein läßt sich mit dem Messer in planparallele Platten spalten. Dem überwiegenden Ton sind gebleichter Schalengrus und Sand beigemengt. Im Dach eine 3 cm starke Anreicherung von eisenschüssigen Ooiden. Zentral in der Bank umgelagerte Wohnkammern von Ps.(Curv.)aff.subangulare(363.364.) und harpoptychum(365.). Darüber zwei flachgedrückte, vollständige Ammoniten (Windungshöhe 2,2 cm, 13 cm Ø, blasse Berippung; und Windungshöhe 3,5 cm, 15 cm Ø, kräftige Flankenrippen.)
15 Mit scharfer Grenze folgt bläulich grauer, dichter Steinmergel ohne jegliche Einschlüsse. Hart, splittriger Bruch.
35 Feste gelbe Mergel mit allmählichem Übergang nach "15".
100 Rosaroter, ungeschichteter Mergel, mürbe, auf rotem km_5.

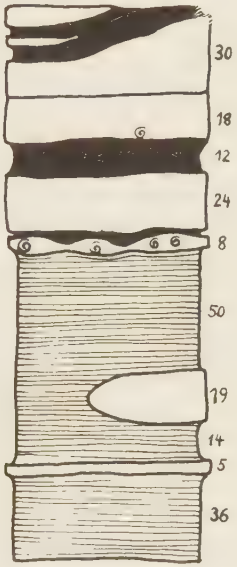
Die unregelmäßige Schichtung der schwarzen Mergel läßt sich hier besonders deutlich als Folge subparalleler Einregelung von feinem Schalengrus erkennen. Schließlich sei auf die unterschiedliche Erhaltung der Ammoniten hingewiesen. Neben körperlich unveränderten Wohnkammerfragmenten finden sich flachgedrückte, großwüchsige Formen.

Bei Ewattingen fand SCHALCH in 35 cm Psilonotenkalk, oben und unten von 5 cm Mergeln begrenzt, Ps.(Cal.)johnstoni. 4 km W Ewattingen am westlichsten Auslieger des Lias, dem Dürrberg, herrschen ähnliche Verhältnisse. Allerdings fehlen Ammoniten, und die hier 5 cm starke dunkelbraune Basislage des Kalksteins ließ sich nicht sicher als stark verwitterten schiefrigen Kalkmergel oder Liaston bestimmen.

SCHALCHs Profil vom SW-Rand des Buchbergs bei Blumberg ist im Hangenden unvollständig. Am gegenüberliegenden Wutachufer steht ein lückenloses Grenzprofil an.



Profil 121



Profil 122

121. Rechter (westlicher) Rand des Wutachtals, 2 km NNO Blumegg:

10 Grauer Kalkstein. Cardinia, Ostrea irregularis, Rhynchonella.
30;28 Grobkörnige Kalksteinlinsen in Schiefermergel gehüllt.
34 Zäher Kalkstein, grobkörnig. Im untersten Teil durch scharfe Fuge getrennt 7 cm dichter, dunkelblaugrauer Kalkstein mit scherbigem Bruch. Schichtparallele Streifung. Dicht darüber ein Ammonit (völlig zerbrochen). In dem dichten Splitterkalk liegen Ammoniten von weniger als 1 cm Ø (366.-372.). Keiner davon war in bestimmbarem Zustand aus dem harten Gestein gewinnbar.
67 Dunkelgraubrauner Schieferton ohne Sand.
8 Hellgraue, dichte Kalksteinknollen; massenhaft Pentacrinusreste.
18 Schwarzbraune Schiefermergel mit viel Schalengrus.
11 Blaugrauer, dichter Kalkstein, mergelig und fossilleer.
21 Schwarzer, mergeliger Schieferton; seinen Charakter hat SCHALCH an anderer Stelle treffend als "posidonienschieferähnlich" bezeichnet. Unvermittelt folgt Knollenmergel darunter.

Am Hochwald (Profil 122), 1,5 km SSO Grimmelshofen, sind mit geringfügigen Änderungen alle Bestandteile des Profils 121 vorhanden. Von zahlreichen nicht aus dem Gestein präparierbaren kleinen Ammoniten (373.374.) unterscheidet sich Ps.(Cal.)johnstoni(375.) mit 11 cm Ø recht auffällig. Sein Lager, Schicht "8", besteht aus braungrauem, dichtem Kalkstein. Der Ammonit in "18", zumindest lateral berippt, ist nicht erhalten. Die mächtige Linse "19" wird vom gleichen dunkelblauen Splitterkalk aufgebaut, wie Schicht "8". Hierauf und im Fehlen des schwarzen Mergelhorizontes "18" des Profils 121 beruht der Unterschied zu Blumegg.

Südlich schließt Profil Beggingen (SCHALCH 1895) nach etwa 2 km mit gleichen Verhältnissen an. Auch hier liegt zunächst über dem Keuper Liaston und darüber Kalkstein mit Ps.(Cal.)johnstoni.

Bei Oberhallau im Kanton Schaffhausen stieß ich auf einen älteren flachen Schurf im obersten Knollenmergel. Von unbekannter Seite waren sehr harte konglomeratische Stücke eines Steinmergels zu Tage gefördert worden. 10 m entfernt, am W-Rand des großen Arietenkalk-Steinbruchs auf dem Oberhallauerberg grub ich folgendes Profil auf.

123. Grabung am Oberhallauerberg, 4 km NNO Hallau (Schweiz):

18 Feinkörniger, fossilarmer Kalkstein.
10 Dichter braungrauer Kalkstein, mergelig und fossilfrei.
80 Dunkelbrauner Schieferton, rostiger Schichtflächenbelag.
100 Gelbgrün bis weißgrau gefärbter Keuper-Mergel, mürbe.
10 Zähes, monomiktes Konglomerat aus hellgrauem Steinmergel. Seine gut gerundeten Körner haben höchstens 5 mm Ø. Selten kleine grüne Mergelfetzen. Die Textur ist plattig. Nach oben liegt keine scharfe Schichtgrenze vor. Dieser Horizont ließ sich nicht durchteufen.

Das Profil schließt weitgehend an die bekannten Befunde von SCHALCH(1919) und PEYER(1943) von dem 2,5 km SW gelegenen Hallau an. Die sogenannte untere Psilonotenbank fehlt zwar im obigen Profil, aber die Schichtfolge im Keuper gleicht abzüglich der Bonebedkomponenten derjenigen von Hallau.

500 m WNW des Hallauer Bürgerheims, in dessen Nähe 1915 und 1942 zwei tiefe Schächte abgeteuft worden waren, fand ich einen weiteren älteren offenen Schurf im obersten Keuper. Vermutlich auf diese Schurfstellen weist PEYER(1956,S.5) hin. Demzufolge sind ähnliche Bildungen wie das bekannte Hallauer Bonebed inzwischen an mehreren Punkten im Kanton Schaffhausen gefunden worden.

Das vollständige Profil von diesem Aufschluß bis in den Lias lautet folgendermaßen:

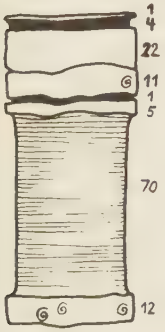
124. 520 m WNW Bürgerheim Hallau (Schweiz):

50 Grüngrauer, sandiger Schieferton des Lias.
1 Feinkörniger, grauer Kalksandstein.
4 Grüngrauer, sandiger Schiefermergel.
22 Blaugrauer, feinkörniger Kalkstein, fossilarm. Eisenschüssige Ooide.
11 Grobkörniger Kalkstein mit Muscheln. Ein Ammonit.
1 Tonmergellage.
5 Dunkelblaugrauer, dichter Kalkmergelstein ohne Fossilien.
70 Dunkelbrauner, dünnschichtiger Ton, sandfrei.
12 Grobkörniger Kalkstein mit Schill. Ps.(Cal.)johnstoni(376.377.) und Ps.(Curviceras?)(378.). Kleine Knochensplitter und Zähnchen. Kleine Steinmergelgerölle.
2 Sandige Schiefermergel. Schalengrus und ein Steinmergelgeröll. Darunter grüngraue, krümelige Keupermergel.

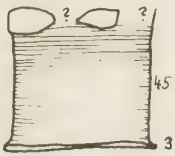
200 Bis zum alten Schurf nicht aufgeschlossen.

50 Hellgrüngrauer, krümeliger Tonmergel, ungeschichtet.
30 Festes Konglomerat (äußerlich einem "Rogenstein" gleichend) aus meist 2 mm großen grauen Steinmergelkörnern. Grüne Mergelfetzen. Oben Fibula (60 cm lang) von Plateosaurus.
30 Lockerer Mergel, dessen Liegendes unbekannt ist.

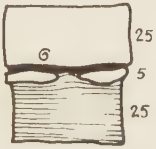
Gegenüber den älteren Grabungen liegt die "kompakte Zanclodonmergelbreccie"(SCHALCH) hier nicht 1 m, sondern 2 m unter der unteren Psilonotenbank. Verrutschung liegt wahrscheinlich nicht vor.



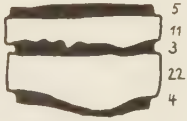
Profile 124



125



126



127

Bei Hallau befand sich das bisher südlichste bekannte Psilonotenkalkprofil, denn unweit Rietheim, unmittelbar südlich des Rheins, liegen nur grüngraue Schiefertone auf gelbem Knollenmergel (WÜRTENBERGER 1867). Ich kann diese Befunde aus eigener Anschauung bestätigen. Wie die Psilonotenbänke und ihnen eingeschalteter, bzw. unterlagerter Liaston südwärts auskeilen, zeigen obige vier Skizzen.

Profil 125 liegt am Gewann Seitenrain, 2,5 km WSW Hallau. Sein oberer Psilonotenkalk ist unvollständig. Die untere Psilonotenbank wird von 3 cm dunkelbraunem, zähen Kalkmergel mit kleinen gelben Mergeleinschlüssen vertreten.

Profil 126 habe ich am Westrand des Wilchingerberges, 3 km SW

Hallau aufgegraben. In der oberen Psilonotenbank lag Ps. (Curviceras?)(379.). An ihrer Basis liegen flache Linsen dichten, braungrauen Kalksteins ohne Fossilien. Die Grenze vom dunkelbraunen Ton zum gelbgrauen Knollenmergel ist rostrot belegt und scharf.

Den südlichsten Aufschluß mit Psilonotenkalk, Profil 127, untersuchte ich 1,5 km O Wutöschingen (Baden) im Gewann Münz. Die grüngraue obere Kalksteinbank ist mergelig, eisenoolithisch und sehr fossilarm. Schicht "22" führt in dunkelgrauer Grundmasse Cardinien und Fischzähnchen. In allen Mergellagen ("5;3;4") treten die braunen Ooide auf. Über dem Profil ist 1 m grüngrauer, sandig-glimmeriger Schieferton aufgeschlossen und darunter folgt gelber Knollenmergel.

Im Gewann Oberes Strickle, 1 km nördlich Kadelburg am Hochrhein, konnte ich diegleichen Verhältnisse nachweisen, wie sie von Rietheim bekannt sind: Unter grüngrauem Schieferton mit feinen Sandsteinblättern folgt 1 cm rostroter Lehm und schließlich gelbweißer Knollenmergel. Auch in der Sole-Bohrung am südlichen Ortsausgang von Kadelburg fehlt der Psilonotenkalk (Bohrprofile der DYNAMIT-AG, Rheinfelden).

Die oben erwähnten grüngrauen Schiefertone des Lias alpha 1 führen im Aargau den Namen Insektenmergel. HEER(1865) fand in mittleren Lagen zwischen Keuper und Arietenkalk an der unteren Reuß, bei Brugg, eine reiche Insektenfauna und auch Psilonoten. Später wurden Insektenmergel mit Kalkbänken und Psilonoten im ganzen Aargauer Jura nachgewiesen (BRÄNDLIN 1911). 1,5 km nordwestlich Gansingen (Aargau) fand ich sie als dunkelbraunen, frisch schwarzen Schieferton, nahezu sandfrei und mit ausgezeichneter Feinschichtung aufgeschlossen. Das Gestein gleicht dem Liaston in und unter dem Psilonotenkalk des Klettgau zum Verwechseln, während sein Unterschied zum grüngrauen Ton zwischen Psilonotenkalk und Lias alpha 2 – auch zum Rietheimer Ton über dem Keuper – beträchtlich genannt werden muß. BRÄNDLINs Beschreibung des Horizontes läßt diese Unterschiede an allen Lokalitäten des östlichen Schweizer Jura vermuten.

III. R h ä t

1. Lagerungsverhältnisse im schwäbischen Rhät.

Folgende fünf Fazieseinheiten lassen sich im Rhät unterscheiden: Reiner Sandstein, Tonflasersandstein, schwarzer sandiger Ton, grüngrau-rotbraun gestreifter Ton und hellgrauer Ton. Dennoch gilt weiterhin die Feststellung von EHRAT(1920), daß "die einförmige Masse des Rhätsandsteins" vertikal nicht gliederungsfähig sei. Ihre tonreichen Horizonte halten nur über lokal begrenzte Gebiete durch.

Den oben genannten schwarzen sandigen Rhättonen stehen die nahezu sandfreien grüngrau-rotbraun gestreiften und hellgrauen Tone als einheitliche Gruppe gegenüber. Sie werden im Folgenden oft als grauer Rhätton zusammengefaßt. Eine Unterscheidung der Tone allein nach farblichen Merkmalen wäre bedenklich. Die Zusammenstellung auf Seite 33 weist je nach Verwitterungsgrad und Feuchtigkeit Rhättone aller möglichen Farben auf, stellenweise abwechselnd übereinander. Die wechselnde Graufärbung rührt jedoch auch von graduell verschieden starker Verunreinigung her. Aus Schlämmproben geht hervor, daß der hellgraue Rhätton am wenigsten Beimengungen wie Kalk, Quarz oder Glimmer führt.

An Fossilien sind im grauen Rhätton bisher spärliche Echinodermenreste bei Rosenfeld (USBECK 1952,S.436) und Mikrosporen bei Isingen (Krs. Balingen, vergl.Profil 70) gefunden worden. Dieser Ton ist mithin nicht steril, wie BUCK(1953) angibt.

Im Folgenden sei untersucht, ob eine einheitliche relative Lagerung der rhätischen Gesteine zu ihrem Liegenden und Hangenden festzustellen ist. Dabei beschränke ich mich auf eine äußerliche Abgrenzung von Gesteinseinheiten gleicher Fazies, wobei ich selbstverständlich nur eine wichtige Voraussetzung zur späteren Deutung des Rhäts schaffen kann. Interne Texturen, beispielsweise selten entwickelte Schrägschichtung im Sandstein oder Gradierung der Tone, bleiben neuen Untersuchungen vorbehalten.

Entsprechend der epirogenetischen Absenkungsweise des Knollenmergellandes gegen Ende der Trias ist die Lagerung des Rhäts nur von unmittelbar sedimentbildenden Faktoren, nicht etwa kleinräumigen tektonischen Brüchen abhängig. Die Verbreitung aquatisch abgesetzter Gesteine hängt demnach von der Sedimentzufuhr, von bestimmten Wasserbewegungen und dem vorgegebenen Relief ab. — Es liegt

nahe, bereits Teilergebnisse aus dem Rhät mit Gebieten zu vergleichen, wo ähnlich begrenzte Gesteinskörper aktuogeologisch bekannt oder fossile erklärt sind. Letzteres wird Aufgabe des anschließenden Kapitels über die Sedimentbildung sein.

An Stelle einer Karte zur Verbreitung des Rhätsandsteins am Kleinen Heuberg gebe ich im Folgenden eine Zusammenfassung, die durch Abb.5 (S.25) ergänzt wird.

Zwischen Engstlatt und Binsdorf (Profile 41-53) ist Rhätsandstein entlang der Ausbißlinie des Lias großenteils nachgewiesen oder wahrscheinlich. Die nicht erschlossenen Stellen liegen zwischen Ostdorf und dem Warrenberg und unmittelbar N Binsdorf. 1 km NO dieser Ortschaft gibt es Lesesteine. Durch Literaturangaben ist der Rhätsandstein auf mehreren kleinen, nicht eingezeichneten Zeugenbergen nördlich der Lias-Tafel belegt.

Am Dickeberg erreicht der Sandstein mehrere m Mächtigkeit. Seine Südgrenze läßt sich hier genau festlegen (Profil 54). 4 km NO Heiligenzimmern, bei Kirchberg, wurde bisher kein Rhät gefunden.

In der Umgebung Isingens ist typischer Rhätsandstein lückenlos vorhanden. Seine Nordgrenze bilden die stark sandigen Binsdorfer Tone (z.B. in Profil 72) sowie die Profile 58 und 59 bei Rosenfeld. Profil 60 stellt mit 1,62 m Sandstein das westlichste Vorkommen dar. Im Sulztal zwischen Isingen und Rosenfeld schwillt er auf 3,10 m an, und östlich Isingen mißt er durchweg über 2 m.

Vom Schlichemtal gibt die geologische Karte die Rhätsandsteinverbreitung an. Die Mächtigkeiten schwanken zwischen 2 und 4 m. Irreführend ist das als rhätfrei dargestellte Erlenbachtal, denn auch NO von Profil 80 gibt es Sandstein, soweit sich sein Ausstreichen an den Talhängen überhaupt verfolgen läßt. Somit keilt er genau auf dem Meridian zwischen den Profilen 76 und 79 aus.

Der Schwarzenbach bildet in seinem Oberlauf S Zimmern die westliche Sandsteingrenze. Lediglich die Vorkommen auf der Burg und im Aspenwald (Profile 95-98) liegen W des Bachlaufs. Da Profil 87 sandsteinfrei ist, ergibt sich eine kurze, vom Tromeshorn WNW vorgreifende Sandsteinzunge. Bei Zepfenhan fehlt jede Spur davon.

Schließlich sei auf den südlichsten Rhätsandstein zwischen Wellendingen und Frittlingen verwiesen. Höchstwahrscheinlich steht der Blockschutt gelben Sandsteins 3 km WSW Frittlingen damit im Zusammenhang, denn nach der geologischen Karte zieht das Rhät von Wellendingen in dieser Richtung bis an die Prim. Der weniger als 1 km breite Sandsteinstreifen streicht demnach ONO-WSW.

Alle mit Sicherheit rhätfreien Punkte lassen sich nicht einzeln

erwähnen. Die fast N-S verlaufende Strecke von Zepfenhan bis Bickelsberg wird vom Sandstein nirgends in westlicher Richtung überschritten. Nördlich dieses Abschnitts greift das Rhät darüber hinaus, da der Sandstein am W-Rand des Dickebergs erosiv begrenzt ist, desgleichen im Süden bei Wellendingen. Südostwärts in Richtung auf den Albtrauf findet sich bis in die äußersten Spitzen aller Stichtäler der Lias-Tafel Rhätsandstein. Seine Mächtigkeit an diesen Stellen beträgt im Eyach-, Stunzach-, Schlichem- und Schwarzenbachtal mindestens 2 m.

Wie bereits LÖRCHER(1902) versuchte ich festzustellen, in welcher Weise der in diesem Gebiet meist mehrere m mächtige Rhätsandstein randlich auskeilt. Zu diesem Zweck in dichtester Folge aufgenommene Profile (97 ff.) westlich Zimmern ergaben unter dem Psilonotenkalk im Osten reinen, harten Sandstein und 100 m westwärts davon ein 40 cm mächtiges Gemisch aus schwarzem Ton und Sand, oben grauem Ton und auch festeren Sandsteinbröckchen. Nach abermals 100 m fehlt das Rhät bereits.

Ähnliche Verhältnisse zeigen die Profile 87 und 88 N Zimmern. Das westliche, sandsteinfernere Profil 87 führt dunklen, sandigen Rhätton, während im Profil 88 Wechsellagerung von hellem Ton und dünnen Sandsteinschichten herrscht. Da die beiden Aufschlüsse über 1 km von einander entfernt liegen, steht nicht fest, ob ihre Rhätbildungen lückenlos zusammenhängen.

Im Schlichemtal traf ich keine ausgesprochenen Übergangsprofile an. Ein schwarzes, sandiges Tonband im Profil 79 ist allerdings an die nahe Grenze des Sandsteins geknüpft, der hier noch gut entwickelt vorliegt.

Erst SW Binsdorf ließ sich eine vollständige Profilserie mit auskeilendem Rhätsandstein aufnehmen. Sie stellt das Fundament meiner Vorstellungen über die Lagerung des Sandsteins dar.

Die Profile 68-73 liegen über eine etwa N-S streichende Strecke von 3 km verteilt (Abb.8). Im Süden ist 2 m Rhätsandstein nachgewiesen. Er zeichnet sich durch feine schwarze Tonflasern vor allem im unteren Teil aus. Zwischen Sandstein und Psilonotenkalk liegt 17 cm hellgrauer Rhätton. Im Profil 69, mit der charakteristischen Kalksteinapophyse, konnte ich von mindestens 2 m Sandstein 90 cm freilegen, wiederum stark durchsetzt von dunklen tonigen Streifen. Das Gestein läßt sich mit dem Spaten losstechen. Im Profil 70 ist 2 m Sandstein gesichert. Die Tonflasern erscheinen mit weiterem Fortschreiten nach N in immer dichterer Folge übereinander. Zwei-

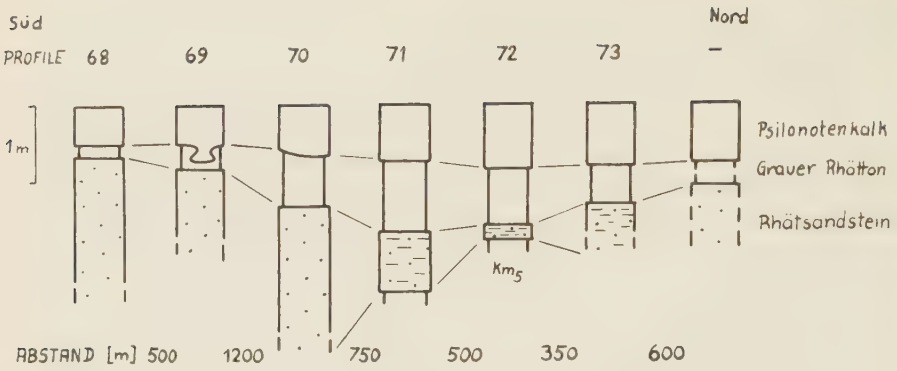


Abb.8.

fellos stellen sie die fazielle Vertretung des reinen Sandsteins dar.

Im Profil 71 fehlt typischer Rhätsandstein vollkommen. Die ihn vertretenden schwarzen Tone enthalten jedoch viel Sand. Beide Komponenten dürften gleichstark vorhanden sein. Etwas reiner ist der 5 cm messende zähe, schichtige Ton mit Rhaetavicula contorta.

Die hier bemerkbare Mächtigkeitsabnahme und Vertonung des "Rhätsandsteins" setzt sich in dem 500 m N gelegenen Profil 72 fort. 17 cm braunschwarzer, sandiger Ton ist somit als einziges Äquivalent des Sandsteins anzusehen. Weiter in nördlicher Richtung vollzieht sich offenbar spiegelbildlich zur bisher beschriebenen Entwicklung eine Zunahme und abermals Fazieswechsel zu reinem, typischen Rhätsandstein. Aus Profil 73 kann ich mindestens 27 cm schwarzen Ton und Sand, schichtweise zu gleichen Teilen gemischt, anführen. NW Binsdorf fand QUENSTEDT(1877) anstehendes Rhät.

Es liegt nahe, die dunklen, sandigen Rhättone anderer Lokalitäten (Profile 40, 79, 87, 98) ähnlich aufzufassen wie die oben erläuterten schwarzen Tone bei Binsdorf. Sie stellen offenbar eine R a n d f a z i e s d e s R h ä t s a n d s t e i n s dar. Nicht überall kam sie zur Ausbildung. Ob die dunklen Tone bei Täbingen (Pr.86,S.43) hierher gehören, ist nicht sicher nachzuweisen.

Die vorliegende Profilserie gibt noch über weitere Zusammenhänge rhätischer Faziesausbildung Auskunft. In allen 6 Aufschlüssen liegt grauer Rhätton zwischen Sandstein und Psilonotenkalk. Er füllt eine flache Mulde aus und erreicht seine größte Mächtigkeit über dem geschrumpften "Sandstein" des Profils 72. Ausgehend vom südlichsten Profil 68 zeigen fünf weitere Aufschlüsse (Abb.9), daß der graue Rhätton auch westwärts in Richtung Rosenfeld anschwillt, hier aber

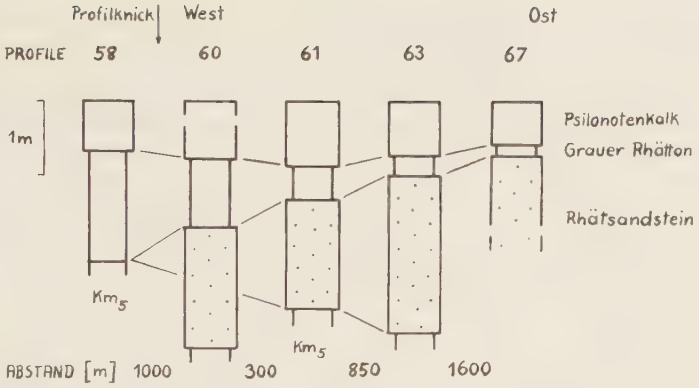


Abb.9.

weiter als der Rhätsandstein verbreitet ist.

Bevor ich auf weitere Lagerungsverhältnisse des grauen Rhättons eingehe, ist es erforderlich, einen B e z u g s h o r i z o n t für die Profile festzulegen. Konventionell gilt als solcher der Psilonotenkalk. RÜGER(1924) wählte sein Hangendes und HORNUNG(1931) zog seine Basis schnurgerade durch. Die Abb.8 und 9 lehnen sich an RÜGERs Darstellung an. Begründungen folgen im nächsten Abschnitt.

Den grauen Rhätton traf ich am Kleinen Heuberg überall in sich geschlossen und vom Liegenden und Hangenden scharf getrennt an wie in Abb.8 und 9 angegeben. Lediglich in seinen äußersten, cm-feinen Ausläufern über dem Rhätsandstein von Zimmern (Pr.88 u. 89) ist er mit ebenfalls dünnen Sandsteinlagen verzahnt. Obwohl der Ton hier meistens weniger als 30 cm

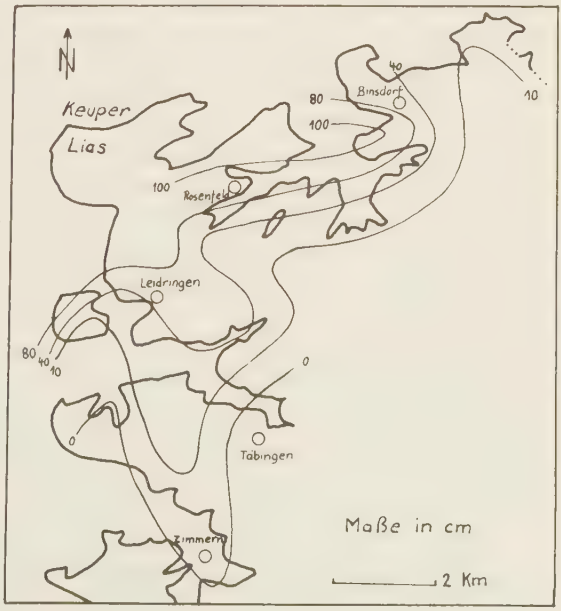


Abb.10.

mächtig entwickelt ist, handelt es sich um eine zusammenhängende Schicht. Verbreitung und Mächtigkeit sind in Abb.10 dargestellt.

Daraus ist zu entnehmen, daß Rhätton von über 1 m Mächtigkeit im NW des Arbeitsgebietes südostwärts auf eine NO-SW streichende Linie bei Täbingen auskeilt. Der graue rhätische Ton bei Wellendingen (Profil 104) liegt völlig isoliert. Außer dem hellgrauen kommt auch dunkelgrüngrauer Ton mit roten Bändern vor. Auffälligerweise ist letzterer an die Profile NW Rosenfeld geknüpft, während die weit ausgedehnte Tondecke von geringerer Stärke durchweg hellgraue Farbe trägt.

Der graue Ton ist außerhalb des Sandsteins, unmittelbar über Knollenmergel, am mächtigsten. Er greift nur mit dünnen Ausläufern auf randliche Sandsteingebiete über. Doch auch über Knollenmergel nimmt die Mächtigkeit des Tons ab, was im Profil 77 (s.Skizze S.39) durch geringfügige Abtragung beider Sedimente betont wird.

Der buchtenreiche SO-Rand des grauen Rhättons läßt sich folgendermaßen erklären (Abb.8; 9 u. 10): In Abschnitten geringerer Sandsteinentwicklung reicht der Ton zungenartig weiter südostwärts über den Sandstein, während er umgekehrt über mächtigerem Rhätsandstein schon weiter im NW auskeilt. Konsequente Fortsetzung des gewonnenen Längsprofils von Binsdorf bis Rotenzimmern in diesem Sinn führt zu linsenförmigen Sandsteinkörpern, an deren Flanken hellgrauer Ton liegt. Den nördlichsten geschlossenen Sandsteinzug habe ich zwischen Dickeberg und Engstlatt eingangs wahrscheinlich gemacht. Weitere zungenförmige Ausläufer liegen vor den Toren Rosenfelds und wesentlich schwächer bei Täbingen.

Das folgende Blockbild (Abb.11 a) stellt das gesamte Rhät am Kleinen Heuberg dar. Seine Grundfläche beträgt (5x15)qkm, so daß 200-fache Überhöhung vorliegt. Die ebene Oberfläche ist die Rhät-Lias-Grenze im eigentlichen Sinn. Sie entspricht hier der Basis des Psilonotenkalks. Der Rhätsandstein allein füllt das Knollenmergelrelief nicht restlos aus. Der graue Ton hat sich in den verbliebenen Niederungen abgesetzt, die von flachen Knollenmergelhängen und den ebenfalls flachen Sandsteinflanken gebildet werden. Am NO-Rand des Blockbildes ist der den Sandstein vertretende schwarze Ton der Binsdorfer Profile erkennbar. Abb.11 b zeigt einen Diagonalschnitt von NO nach SW durch die beiden nördlichen Sandsteinzungen (NO Binsdorf ergänzt).

Hypothetisch bleibt der Verlauf der Sandsteingrenze im Einzelnen und die Geschlossenheit des Sandsteinkörpers am SO-Rand des

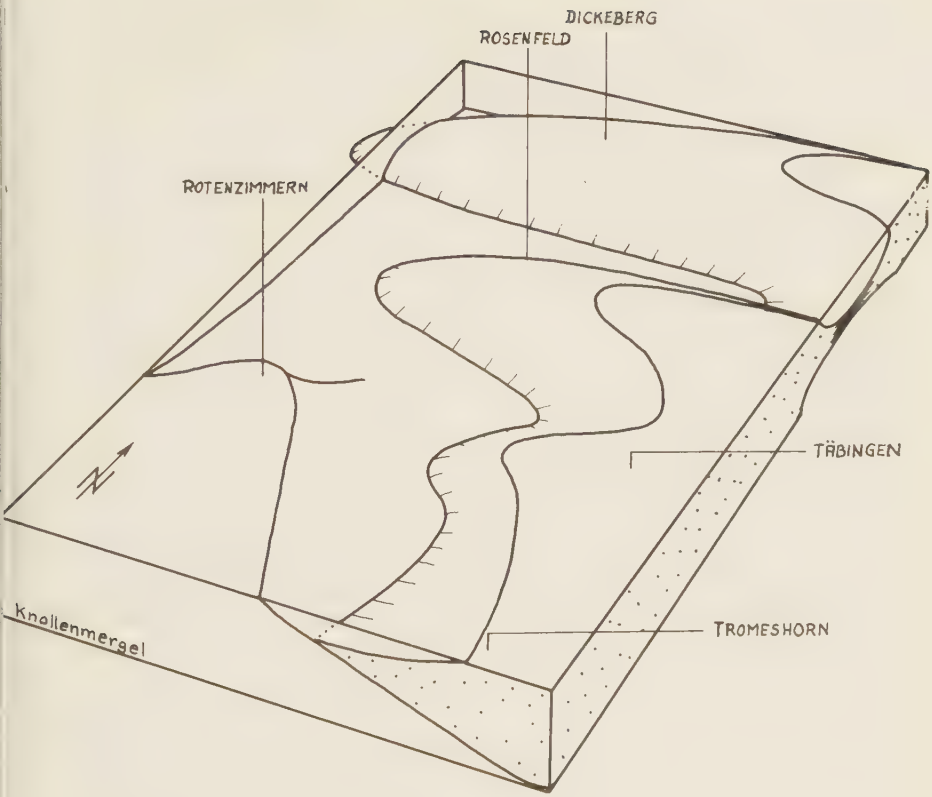
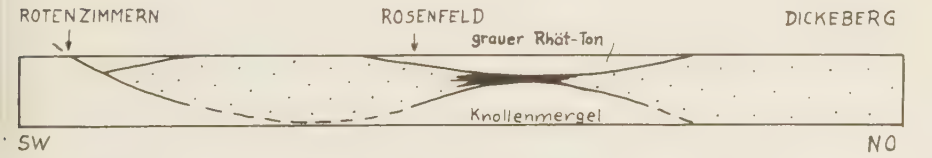


Abb.11 a (oben), 11 b (unten), 200-fach überhöht.



Blockbildes, sowie seine Basis, die nur in seinen Randgebieten bekannt ist.

Durch die überhöhte bildliche Darstellung werden die tatsächlichen Böschungswinkel des Rhätsandsteins verzerrt. Zwischen Isingen und Binsdorf schrumpft der Sandstein von über 2 m innerhalb 3 km unter gleichmäßiger Abnahme auf 17 cm zusammen. Das entspricht einem Böschungswinkel von weniger als 1‰. Andere Verhältnisse liegen am Tromeshorn (s.Abb.11 a) vor. Von über 4 m Rhätsandstein daselbst ist

400 m westlich keine Spur mehr zu finden. Hier fällt die Sandsteinbasis mit mehr als 1% ostwärts ein. Insgesamt wird deutlich, wie ausgeglichen das Knollenmergel-Relief bereits vor der Rhät-Ingression war.

Zum Vergleich mit anderen schwäbischen Rhät-Vorkommen wurden Arbeiten von EHRAT(1920), HORNUNG(1933) und BUCK(1953) herangezogen. Zu einer Karte von EHRAT, streifenartig verbreiteten Rhätsandstein zwischen Stuttgart, Tübingen und Nürtingen darstellend, bringen meine Untersuchungen keine wesentlichen Ergänzungen. Stellenweise gibt es dünne Sandsteinlagen auch außerhalb der großen "Rinnen", z.B. in der Heckersklinge (Profil 15). Sie beeinflussen das Gesamtbild nicht. BWV-Profile (HOLLMANN 1961) mit neuen Rhätsandstein-Vorkommen verschieben die alte Sandsteingrenze nur um einige 100 m. Die Kartendarstellung kann somit als gesichert gelten.

Dagegen stellen von HORNUNG gegebene Längsprofile von Stuttgart nach O und SO eine wichtige Ergänzung dar (s.Abb.12). Sie berichtigen EHRATs Ansicht, daß Rhätton und Rhätsandstein in der Verbreitung einander ausschließen. Mit den Ergebnissen vom Kleinen Heuberg läßt sich einschränkend sagen, daß dunkler und sandiger Ton als fazielle Vertretung des Sandsteins möglich ist, hellgrauer, reinerer Ton jedoch weitgehende Selbständigkeit besitzt.

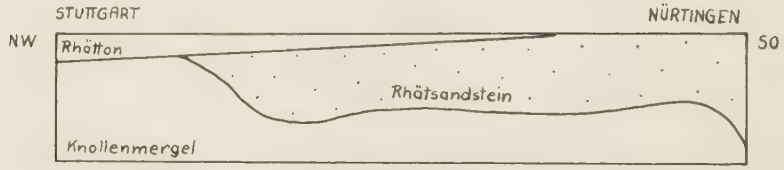


Abb.12. Längenmaßstab 1:200000, Höhenmaßstab 1:200, umgezeichnet nach HORNUNG(1931).

Im Raume S und O Stuttgarts verhalten sich die grauen Rhättone genau wie am Kleinen Heuberg. Von einem Landstrich mit maximalen Ton-Mächtigkeiten im NW des Verbreitungsgebietes rhätischer Sedimente überhaupt (bei Böblingen nach BUCK etwa 3 m, am Frauenkopf nach Mitteilung von Herrn Dr.STRÖBEL 2,7 m und nach eigener Messung bei Vaihingen 2,15 m) keilt der Rhätton allmählich und unbeeinflußt von seinem wechselnden Liegenden nach SO aus. Bei Stuttgart und Böblingen liegt er auf Knollenmergel, greift aber auf den nördlichen Fildern weit auf Rhätsandstein über und keilt an der Linie Eßlingen-Waldenbuch aus. Diese Linie verläuft ungefähr parallel zum NW-Rand des

Rhätsandsteins im Filder-Schönbuch-Gebiet.

In kleinerem Ausmaß herrschen ähnliche Verhältnisse an einem Sandsteinzug, der sich von Tübingen nordwestwärts erstreckt. Profil 38 liegt etwa im Zentrum dieses Streifens. Es zeigt 6 cm grauen Rhätton über mehr als 2 m Sandstein. Außerhalb des südlichen Sandsteinrandes kommt im Profil 36 mindestens 1 m grauer Ton vor, und Profil 12 jenseits des Nordrandes vom Sandstein führt 105 cm Ton auf Knollenmergel. Für dieses Gebiet versuchte RÜGER(1924,Tafel II) die Beziehungen der sandigen und tonigen Rhät-Fazies zu ergründen. Obwohl seine Skizzen heute anders zu deuten sind (der "Rhätton" unter dem Sandstein gilt als entfärbter Knollenmergel), fügen sie sich in meine Vorstellungen, soweit es sich um echte Rhättone neben und über dem Sandstein handelt.

Grundsätzlich wird auch hier Abb.11 b vom Kleinen Heuberg bestätigt. Der graue Rhätton keilt in Richtung auf zentrale Sandsteingebiete (bzw. auf die Kammlinien schmaler Zungen) aus. In Einzelheiten kann er von der Regel abweichen; die Sandsteinkörper sind nicht überall streng linsenförmig begrenzt. Doch ist allen Beispielen die Neigung der Sandsteinoberfläche gegen ihren Rand gemeinsam. Die Böschungswinkel verhalten sich hier durchschnittlich wie 1:300.

ROLL(1933) führt aus einem Aufschluß bei Tübingen Rhätsandstein an, der selbst in diesem kleinen Abschnitt gegen seine horizontale Mittellinie auskeilt. Seitlich ist er mit sandigem Ton verzahnt, während hellgrauer, reiner Ton auf dem Sandstein liegt. Die oben dargestellten Befunde gleichen denen im ROLLschen Aufschluß, doch ist auf seine Problematik noch zurückzukommen.

Inwieweit lokale Abweichungen auftreten können, erläutern zwei Bohrprofile, die ich Herrn Dr.STRÖBEL, Geologisches Landesamt Stuttgart, verdanke. Eine Bohrung N des Fernmeldeturms auf dem Frauenkopf bei Stuttgart durchteufte unter 1,1 m grauem Rhätton 1,6 m Sandstein. Südlich des Turmes wurde 3,9 m Sandstein unter 2,7 m Rhätton angetroffen. Beide Profile liegen kaum 300 m auseinander. Sie ändern nicht viel an der regionalgeologischen Aussage, daß Rhätsandstein der Filder in nächster Nähe der Bohrungen auskeilt.

Gerade dieses Auskeilen am Westrand des Frauenkopfs erinnert an entsprechende Erscheinungen am Kleinen Heuberg. HORNUNG(1931,S.8) fand hier dunklen sandigen Ton in tonreiche Sandsteinbänke eingeschaltet (vergl. linken Rand des Sandsteinkörpers in Abb.12; der Ton ist jedoch nicht eingezeichnet). Darüber liegt in konstanter Fortsetzung aus benachbarten Profilen grauer Rhätton. HORNUNG hält beiderlei Tone für identisch und konstruiert intensive Verzahnung

des grauen Rhättons mit dem Sandstein.

Verzahnung beider Faziesausbildungen kommt vor. Im Profil 15 habe ich Sandsteinbänkchen zwischen grauem Rhätton angetroffen. Insgesamt treten graue Toneinschaltungen unter oder innerhalb kompaktem Sandstein zurück. Häufiger im Randbereich, wo Ton und Sandstein auf wenige cm reduziert sind, wechsellagern beide Gesteine.

2. Sedimentbildung im Rhät.

Zunächst sollen die vermuteten Lagerungsverhältnisse näher begründet werden, ehe der Sedimentationsverlauf rekonstruiert werden kann. Anhangsweise vergleiche ich die Befunde mit Beispielen der neueren Literatur.

Die postulierten Rhätsandsteinlinsen stellen sowohl rinnen- wie rückenförmige Bildungen dar. ROLL(1933,S.17) neigt aufgrund seiner Beobachtungen bei Tübingen zu einer ähnlichen Ansicht, daß nämlich beide Möglichkeiten gleichzeitig verwirklicht sein können. Jedoch betont er erosive Veränderung seines Sandsteinprofils. Es kann also Zufall sein, daß es beiden Formen entspricht.

Zweifellos hat auch anderorts Aufarbeitung stattgefunden. Zahlreiche Beispiele diskordanter Lagerung innerhalb des Sandsteins und an seiner Oberfläche beweisen das. Profil 23 zeigt aus dem Schönbuch Winkeldiskordanz von 30°, die jedoch auf großangelegte Schrägschichtung zurückzuführen ist. Aber meistens handelt es sich um allmähliches Ausdünnen einzelner dm-starker Bänke über mehrere m Profillänge. Alle beschriebenen "Diskordanzen" an der schwäbischen Rhät-Lias-Grenze gehören hierher.

Insgesamt erweist sich die Hangendgrenze des Rhätsandsteins als primär angelegte Fläche. Ihre Neigung gegen den Rand des Sandsteins ist synsedimentär und nicht durch Erosion entstanden.

Das ist zunächst eine Behauptung. Der Beweis verknüpft sich eng mit der Frage nach einer in ihrer relativen Höhenlage genau bekannten Bezugslinie. Als solche scheidet die aus dem Schichtfallen theoretisch gewinnbare Horizontale aus, weil das schwäbische Schichtstufenland von vielen, zu wenig kontrollierbaren Brüchen und, wenn auch weitspannigen, Verbiegungen durchzogen ist.

Zuverlässiger sind Rückschlüsse von den Regeln der Sedimentation auf die Lagerungsverhältnisse der am Rhät-Lias-Grenzbereich beteiligten Gesteine. Es gilt zumindest ein Schichtglied zu finden, dessen Lagerungsform möglichst eindeutig aus den allgemeinen Absatz-

bedingungen und der Erscheinungsweise im Profil ersichtlich ist.

Der Rhätsandstein ist dafür ungeeignet. Seine Aufschlüsse reichen nur selten bis ins Liegende. Mächtigkeitsangaben sind daher nur zufällige Mindestmaße. Aus den Profilserien ergibt sich zwar ein An- und Abschwellen, aber je nach Wahl der Bezugslinie resultieren Rinnenfüllung oder Sandsteinrücken; beide Ausbildungen sind fossil und rezent von Sanden und Sandsteinen bekannt.

Genaueres läßt sich über die mutmaßliche Lagerungsform des Psilonotenkalks sagen. Als teilweise chemisch ausgefälltes Sediment ist er gleichmäßiger verbreitet. Aber gerade die Binsdorfer Profile erlauben keine eindeutige Stratigraphie, und wichtige Ammoniten konnte ich dort nicht finden. Für diesen Horizont herrscht deshalb im Bereich der Abb.8 chronologisch Unsicherheit. Ein Auf- und Abbiegen des Psilonotenkalks innerhalb eines Aufschlusses wie es ROLL (1933) von Tübingen beschrieben hat, habe ich nur bei Hechingen (Profil 39) angetroffen. Diese Erscheinung zeigt sich vor allem bei sehr geringer Mächtigkeit des Kalksteins. Nur daraus läßt sich auf horizontal ausgeglichene Lage des dickbankig entwickelten Psilonotenkalks bei Binsdorf schließen.

Weitaus besser eignet sich der graue Rhätton als Bezugssystem. Ausdehnung und Ausbildung sind bekannt, und in petrogenetischer Hinsicht sind wichtige Bedingungen als konstant erfüllt anzunehmen: Flächenmäßig weit ausgedehnte, nur dm- bis cm-dünne Tonlagen können sicher nicht als Abtragungsreste angesehen werden. Die ausgeprägte Feinschichtung des Tons würde selbst geringfügige Abtragung des Tons erkennen lassen, worauf nur eine Beobachtung hinwies. In einem Gebiet mit Tonabsatz wird in der Regel gleichmäßig sedimentiert. Mächtigkeitsunterschiede sind jederzeit und überall möglich, vollziehen sich aber allmählich.

Die einzige Lokalität mit Aufarbeitung über hellgrauem Rhätton, soweit mir bekannt, liegt bei Rotenzimmern (Kleiner Heuberg, Profil 76). Aus Abb.10 ist zu entnehmen, daß der Ton ohnehin in dieser Gegend auskeilt. Seine Mächtigkeit nimmt von N und O in Richtung Rotenzimmern langsam (schneller am Bettenberg) ab, um erst in der Größenordnung unter ein dm und über bewegtem Knollenmergelrelief Aufarbeitung zu zeigen. Sie kann nur einige cm erreicht haben. Selbst wenn man ähnliche Erosion über dem grauen Rhätton insgesamt vermutet, wozu keine Veranlassung besteht, war dieses Sediment nie viel weiter verbreitet als heute feststellbar.

Unter Berücksichtigung der oben zusammengestellten Bedingungen dürfte die Grenze des gleichmäßig feinen Tons auch der Grenze der

Wasserbecken, in denen er zur Ablagerung gelangte, entsprechen. Aus der Existenz solcher Becken folgt, daß die Sandsteinoberfläche in Richtung größerer Tonmächtigkeit geneigt war. Die grauen Tone zwischen Rotenzimmern und Täbingen bekräftigen diese Feststellung. Bei Täbingen keilt der Ton über Rhätsandstein, und bei Rotenzimmern über Knollenmergel aus. Etwa im Randgebiet des Sandsteins, genau zwischen beiden Ortschaften, besitzt er die größte Mächtigkeit von 38 cm. Zweifellos bilden Knollenmergel und Rhätsandstein die (sehr flachen) Böschungen des Ton-Sedimentationsbeckens. Wenn nicht angenommen werden soll, es sei vor Ablagerung des Tons zufällig genau auf der Verbreitungsgrenze von Sandstein und Knollenmergel erodiert worden, bleibt nur die Annahme einer primär randwärts geneigten Sandsteinoberfläche (vergl. Südrand des Blockbildes Abb.11 a).

Unter der Voraussetzung, daß der graue Rhätton (über Sandstein höchstens 1 m mächtig) seine Sedimentationsbecken weitgehend auffüllt, kann der Rhätsandstein (meistens über 2 m mächtig) nicht nur Rücken bilden. Vielmehr trägt der Sandstein auch zum Ausgleich des Knollenmergel-Reliefs bei, d.h. die Sandsteinkörper sind nach oben und unten konvex.

Für den südwestlichen Schönbuch scheint ebenfalls zu gelten, daß die heutige Verbreitung des grauen Rhättons als die ursprüngliche anzusehen ist. Zwischen Tübingen und Weil (Schönbuch) liegt beiderseits eines Sandsteinzuges (s. voriges Kapitel) mehr grauer Ton als auf diesem. Erosion genau über dem Sandstein ist aber wohl kaum zu erwarten. Zwangloser läßt sich annehmen, daß der Sandstein seitlich abdacht und so das Liegende des allmählich zunehmenden Tons darstellt.

Schließlich sei nochmals auf die Profilserie bei Binsdorf (Abb.8) hingewiesen, von der ich ausgegangen bin. Es dürfte kein Zufall sein, daß der graue Rhätton genau über dem minimal entwickelten Rhätsandstein seine größte Mächtigkeit besitzt. Die Ursache ist vermutlich in einer Mulde des Sandstein-Reliefs zu suchen. Dann aber gilt die Vorstellung bikonvexer Sandsteinkörper. Weiterhin ist zu berücksichtigen, daß es sich um ein flaches Becken handelt, in dem das südwestdeutsche Rhät abgesetzt wurde. Gegen Ende dieser Sedimentationsperiode ist Annäherung an ein fast ausgeglichenes Relief wahrscheinlich. —

Die S e d i m e n t a b f o l g e beginnt also im Rhät mit Sandstein oder ihn vertretenden schwarzen sandigen Tonen. Die grauen reinen Rhättone sind offensichtlich jünger als der Sandstein, auch

dort, wo sie unmittelbar über Knollenmergel liegen. Am Kleinen Heuberg bei Rosenfeld erreichen sie über km_5 mehr als 1 m Mächtigkeit (Abb.9, Profil 58), erscheinen im unteren Teil grüngrau und rotbraun gebändert und sind etwas stärker verunreinigt. Ein unmittelbarer Einfluß der Sandsedimentation, etwa Verzahnung, läßt sich jedoch nicht erkennen. Es ist anzunehmen, daß dieser Ton ebenfalls jünger als der Rhätsandstein ist. Dasselbe gilt im Filder-Schönbuch-Gebiet, wo eine farbliche Differenzierung zwischen mächtig entwickelten Rhättonen außerhalb und ihren geringen Ausläufern über Rhätsandstein fehlt.

Hieraus ergibt sich eine zeitliche Lücke zwischen Sandstein- und Psilonotenkalk-Sedimentation. BUCK(1953) folgerte sie bereits aus der Sterilität und extrem feinen Sandbeimengung des Tons, zwei Merkmale, die ihn scharf vom Rhätsandstein unterscheiden. Während der zeitlichen Lücke herrschte nicht überall Tonsedimentation, da der graue Rhätton kaum jemals den gesamten Sandstein bedeckt hat (s.o.). Teile der Sandsteinoberfläche lagen zeitweilig trocken.

Der epikontinental-marine Charakter des Rhätsandsteins ist bereits durch zahlreiche Befunde älterer Autoren gut belegt. Wenn nur zwischen den subaquatisch gebildeten Sandlinsen und höchstens über deren Rand grauer Rhätton abgesetzt wurde, muß Meeresrückzug eingetreten sein. Angesichts der äußerst flachen Böschungen genügen minimale Spiegelschwankungen im Küstenbereich, um größere Flächen auftauchen zu lassen. Von umfangreichen Regressionen ist keine Rede.

Am Kleinen Heuberg kam es dabei zuerst zur Ablagerung des grüngrauen, rotbraun gebänderten Rhättons bei Rosenfeld außerhalb, und dann unter allmählichem Anstieg des Wasserspiegels zur Sedimentation des reinen, hellgrauen Tons auch über dem Sandstein.

Auskunft über die Beschaffenheit des Rhätsandsteins zur Zeit der Trockenlegung können die häufig im Schlichem- und Stunzachtal angetroffenen Rippelmarken auf seiner Oberfläche geben. Ihre Parallelität zu den Isopachen des grauen Rhättons legt genetische Zusammenhänge nahe. Der Sandstein müßte demnach oberflächlich noch kornweise umlagerungsfähig gewesen sein, bevor der Ton sedimentiert wurde. GRIPP(1956,S.160) weist auf die längere Zeit anhaltende Labilität des Korngefüges von Küstensanden (Watt) hin. Solange das Porenwasser vorhanden ist, und keine Hangendlast einwirkt, tritt keine Verfestigung ein.

Weiterhin spricht geringfügige Verzahnung zwischen Sandstein und hellgrauem Ton bei Zimmern u.d.B. (z.B.Profil 88) entweder für letzte Nachschübe von sandigem Material oder für Umlagerungen klei-

nen Stils, die in den Stillwasserbereich des Tons hineingreifen.

Die folgenden Vergleiche sollen weniger ein allgemeingültiges Bild von der Entstehungsweise des Rhäts geben, als gegenüber den bekannten und ähnlich beschaffenen Lagerungsverhältnissen der Watten- und Delta-Sedimente abgrenzen.

GRIPP(1956) gibt Definition und Merkmale eines Watts sowie fossile und rezente Beispiele. Die mittleren Korngrößen der Rhätsande mit 0,1-0,25 mm entsprechen denjenigen der Sandbänke des deutschen Nordseewatts vollkommen. Gute Sortierung der Rhätsandsteine deutet auf lang andauernde Sichtung, die im bewegten Wasser des Gezeitenbereichs sehr gut denkbar wäre. Es bedarf dazu keiner linear ausgedehnten Transportwege, etwa durch Flüsse. In den "Grobkornlagen in tiefen Rinnen" liegen den rhätischen Bonebeds ähnliche Bildungen vor. Sedimentgenetisch betrachtet stellen nämlich die Bonebeds nichts anderes als gröbere Einschaltungen verschiedenster Zusammensetzung inmitten völlig einheitlicher feinkörniger Sandsteine dar. Es spielt dabei für ihre Entstehung keine Rolle, daß organische Bestandteile manchmal überwiegen.

Ich wies in den Profilen 24 und 60 auf wesentlich gleichmäßigere Einschaltungen von Bonebedkomponenten im Rhätsandstein hin, als bisher angenommen wurde. Durch rasch mäandrierende Priele wäre ein Mechanismus gefunden, der für ihre lagenweise Anreicherung gesorgt haben könnte, spätere Umlagerungen nicht ausschließend.

Die randliche Verzahnung des Rhätsandsteins mit schwarzem, sandigen Ton in Richtung auf benachbarte Knollenmergel-Rücken läßt sich mit GRIPP als Schlickbildung am Saum eines Wattenmeeres deuten. Wattensedimente sind umso schlickreicher, je landnäher sie sedimentiert wurden. Das wirft ein bezeichnendes Licht auf die rhätfrei gebliebenen Knollenmergelgebiete. Sie waren demnach nicht untergetaucht.

Die aus dem Rhät bekannte Flachwasserfauna, wozu Wurmbauten und der von HÖLDER(1953) beschriebene Austernfund gehören, würde sich in das Lebensbild eines Wattenmeeres einfügen lassen.

Eine wesentliche Grundbedingung für Wattenbildung läßt sich für den schwäbischen Rhätsandstein jedoch nicht nachweisen: Die relative Lage seiner Sedimente zur Küste steht nicht fest, und damit bleibt offen,ob "ein vom Meer in Buchten zusammengeschwemmter Sedimentkörper" (GRIPP) vorliegt, oder ob an ästuarine Bildungen zu denken ist. Weiterhin sucht man typische Priele als Merkmale des Watts im Rhät vergebens. Nach GRIPP sind sie erfüllt mit demselben Sedimentmaterial, in das sie sich einschneiden. RÜCKLIN(1954) beschreibt aber einen fossilen Priel an der Buntsandstein-Muschelkalk-Grenze

mit wesentlich tonreicherer Füllung als das sandige Nebengestein. Auch wenn im Rhät der Sandstein in und außerhalb der (hypothetischen) Priele gleichartig zusammengesetzt sein sollte, müßten bezeichnende Diskordanzen zu finden sein. Leider ist unbekannt, wie sich die stark einfallenden Sandbänke des Profils 23 (Schönbuch) außerhalb des Aufschlusses verhalten. Aus dem skizzierten Befund wäre zunächst auf einen Priel zu schließen. Viele 100 m lange Felswände von Rhätsandstein bestehen am Tromeshorn (Kleiner Heuberg) jedoch aus dm- und m-dicken Bänken, die über Dekameter hinweg allmählich auskeilen.

SHEPARD(1960) und SCRUTON(1960), u.a. haben das Mississipi-Delta eingehend analysiert. Bezeichnend für seinen Aufbau ist die Dreiteilung in tonige bottom-set-, siltig-tonige fore-set- und sandige top-set-Sedimente. Stratigraphisch (nicht chronologisch) folgen sie in der genannten Reihe übereinander. Das trifft nach allem bisher Bekannten auf das schwäbische Rhät nicht zu.

Für Vergleiche mit einem Delta eignet sich nur die sandige und die dunkle tonige Rhätfazies. Die jüngeren grauen Tone sind außer Acht zu lassen, da sie mit dem Sandstein nicht in genetischem Zusammenhang stehen. Die beschriebene Verteilung von Sandstein und schwarzem, sandigem Ton widerspricht zwar der Gliederung eines marinen Deltas, läßt aber dieselbe Entstehungsweise zu: Die feinste Trübe wurde am weitesten transportiert und lagerte sich als Beginn einer bottom-set-Bildung am Rand des Sandgebietes ab. In einem Delta wird dann etwas gröberes Material (fore-set-beds) über die bottom-set-Sedimente vorgeschüttet. Das unterblieb zur Rhät-Zeit am Kleinen Heuberg, vielleicht wegen zu geringer Sedimentationsdau

Die äußere Form der Rhätsandsteinkörper (Abb.11 a) sowie ihre Böschungswinkel unter 1% gleichen einem mehrteiligen Delta. Dazu eine kleine Beobachtung aus der Nähe von Balingen nach einem heftigen Gewitterguß: Sein Wasser hinterließ in flachen, mehreren m langen Rinnen von kaum 0,5 m Breite zungenförmige Sedimentkörper gleichen Querschnitts wie in Abb.11 b. Es waren relativ feinkörnige Deltaschüttungen (sandiger Schlick), wobei die Schüttungsdauer entsprechend der Heftigkeit des Vorgangs kurz war. Eine bezeichnende Delta-Dreiteilung kam nicht zur Ausbildung.— Allein unter ähnlichen Voraussetzungen wäre in dem Blockbild (Abb.11 a) an eine Vorschüttung des Sandes und schwarzen Tons von SO zu denken.

Den grauen Rhätton hält BUCK(1953,S.268) für ein äolisches Sediment, aus Knollenmergelgebieten ausgeblasen und als "Staub in

flachen Mulden wieder abgesetzt". Diese vermutlich wassererfüllten Sammelbecken des Tons lassen sich mit geschützten Lagunen oder limnischen Becken vergleichen. Die scharfe Grenzfläche zum liegenden Sandstein mit wohlerhaltenen Oszillationsrippeln setzt anfangs stagnierendes Wasser voraus, während minimale Schrägschichtung feinster Sandschmitzen im Ton (Profil 57) spätere schwache Strömungen andeutet.

Gründe für die Fossilarmut des Tons sind in den lebensfeindlichen Verhältnissen begrenzter, in Aussüßung begriffener Brackwasserzonen zu suchen (USBECK 1952,S.457, nach HILTERMANN).

3. Versuch einer stratigraphischen Gliederung.

EHRAT(1920) konnte sich nicht entschließen, eine Zweiteilung der schwäbischen Rhättone in "einen unteren dunkelblauen und einen oberen graubraunen Horizont" durchzuführen. Aus seinen Profilen ist zu entnehmen, daß er dabei innerhalb der grauen Rhättone an Unterschiede dachte, die auch am Kleinen Heuberg nicht fehlen. Als Gliederungsfundament wären sie tatsächlich ungeeignet gewesen, zumal in der älteren Literatur auch Verfärbungsbereiche des obersten Knollenmergels als Rhätton aufgefaßt wurden.

BUCK(1953) erkannte, daß die grauen Rhättone seiner sechs Aufschlüsse jünger sind als der Rhätsandstein. Da Lias-Schichten oft unmittelbar über Rhätsandstein liegen, ergibt sich nach seiner Darstellung durch Aufarbeitung grauer Tone eine Schichtlücke an der Rhät-Lias-Grenze in Württemberg, "etwa die Zeit des Oberrhät"umfassend.

Ausführlichere Gliederungen liegen für kleine Rhät-Vorkommen im Kraichgau durch RÜGER(1922) vor. Von hier ausgehend entwarf derselbe Autor (1924,S.160) die Stratigraphie auch für das württembergische Rhät. Nach ihr gehören die ausschließlich berücksichtigten Sandsteine ins Mittelrhät. Sandig-toniges Unterrhät und toniges Oberrhät würden demnach in Württemberg fehlen.

Im südlichen Oberrheintal überschneiden sich seine Untersuchungen mit PRATJE's(1924), der nur eine Zweiteilung des Rhäts angibt. Sandsteine und dunkle Tone unten sowie reine Tone oben entsprechen Mittel-, bzw. Oberrhät bei RÜGER.

Die Darstellungen erfuhren durch JÜNGST(1929,S.38) wichtige Ergänzungen: 1. In den grauen Oberrhättonen des Kraichgaus finden sich dünne Lagen rotbrauner Tone. 2. Oberrhätton ist nicht nur lokal

verbreitet, wie RÜGER annahm, sondern ist "weithin, oft in großem flächenhaften Zusammenhang nachgewiesen". Die letztgenannte Eigenschaft betont neuerdings auch GENSER(1959 und 1962) vom grauen, fossilleeren Rhätton des Breisgaus. Über durchschnittlich 2 cm Rhätsandstein folgt mit einer "erstaunlich gleichbleibenden Mächtigkeit von 2 m der Rhätton" (1959,S.69).– Unter Berücksichtigung der übrigen Merkmale, daß im Kraichgau 3. keine Fossilien und 4. keine gröberklastischen Beimengungen vorkommen, dürfte erwiesen sein, daß es sich in Württemberg um Äquivalente der grauen Rhättone vom Kraichgau und Oberrheintal handelt.

Nach einer gründlichen Neugliederung des nordwestdeutschen Oberkeupers stellt WILL(1953,S.166 a) zusammenfassend fest, daß die Schichten- und Fossilfolgen "zwischen der Schweiz und Schleswig-Holstein sowie zwischen Holland und Franken" bis auf einkeilende Sandsteine weitgehend übereinstimmen. Im Hangenden: Rote, oft auch hellgrünliche Tone, meist völlig fossilfrei. In der Mitte: Dunkel- bis schwarzgraue Tonsteine mit Rhaetavicula contorta nebst Begleitfauna. Im Liegenden: Bunte Tonmergel etc. mit Anodontophora postera.

Die liegenden Schichten gehören nach WILL ins Nor, nur die mittleren und hangenden sind rhätisch. Demnach ist RÜGERs Unterrhät (s.o.) zu streichen. Das NW-deutsche Rhät gliedert sich im Einzelnen folgendermaßen (WILL):

Lias	Präplanorbis-Schichten.	
Rhät	Triletes-Schichten	Obere-: Hellgraue u. grünl. Tone. Untere-: Rotbraune Tone.
	contorta-Schichten	Dunkel- bis schwarzgraue Tone.
Nor		Bunte Tonmergel etc..

Die Triletes-Schichten gelten als limnische-, die contorta-Schichten als brachyhaline Bildungen nach WILL.

Die württembergischen Rhätsandsteine und schwarzen sandigen Tone mit Rhaetavicula contorta lassen sich zwanglos den contorta-Schichten zuordnen. Die jüngeren grauen Rhättone Württembergs dürften den Triletes-Schichten entsprechen, obwohl die leitenden Sporomorphen darin unbekannt sind. Eine weitere Trennung lediglich nach Farben in untere und obere Triletes-Schichten ist am Kleinen Heuberg andeutungsweise möglich.

Damit wäre gezeigt, daß das württembergische Rhät gebietsweise vollständig ausgebildet ist:

Lias:	Psilonoten-Schichten.
Oberrhät:	Grauer Ton, lokal unten rotbraun, mit Mikrosporen.
Unterrhät:	Sandstein und schwarzer sandiger Ton mit Rhaetavicula contorta und Begleitfauna.

Mittlerer Keuper: Knollenmergel.

Auch in Württemberg gilt der Gegensatz von marinem Unterrhät zu limnischem bzw. brackischem Oberrhät wie in NW-Deutschland. Ergänzend sei hier auf Ergebnisse von KRUMM(1961) hingewiesen, der aus dem Tonmineralgehalt fränkischer Rhätolias-Tone auf terrestrische Entstehung in warmhumidem Klima schließt. Diese Tone sind zum Teil als Äquivalente des württembergischen Oberrhäts anzusehen.

IV. P s i l o n o t e n k a l k

1. Die Ammoniten im Psilonotenkalk.

Eine monographische Abhandlung der Psilonoten SW-Deutschlands ist hier nicht beabsichtigt. Dazu wäre es unerläßlich, alle 2700 Psilonoten der Sammlung WETZEL zu berücksichtigen. Ich greife davon nur Vertreter der Untergattungen Curviceras und Discamphiceras heraus.

In der Systematik der Gattung Psiloceras folge ich einer Arbeit von BLIND(1963). Obwohl die schwäbischen Psilonoten darin einbezogen sind, bringt meine Aufsammlung besonders zu Ps.(Curviceras)subangulare(OPPEL) und Ps.(Discamphiceras) megastoma(GÜMBEL) Ergänzungen. Ps. subangulare, Typus - Art der zahlenmäßig reich vertretenen Untergattung Curviceras, ist seit alters stratigraphisch und paläontologisch unscharf fixiert (W.LANGE 1925, S.447), und Ps.(Disc.)megastoma ist aus SW-Deutschland bisher fast unbekannt.

Psiloceras planorbis	117
Psiloceras plicatulum	41
Neophyllites sp.	8
Psiloceras (Cal.)johnstoni	55
Ps.(Curv.)harpoptychum	46
Ps.(Curv.)subangulare	20
Ps.(Curv.)aff.subangulare	30
Ps.(Curv.)sp.	22
Ps.(Disc.)cf.megastoma	19
Ps.(Disc.)sp.indet.	1
Ps.(Storthoceras?)	2
Psiloceras sp.	6
Unbestimmbar	12
	379

Die zahlenmäßige Zusammenstellung der von mir gesammelten Ammoniten zeigt, daß die bekannten Arten planorbis und plicatulum dominieren, daß aber auch johnstoni

und subangulare keineswegs selten sind.

A b k ü r z u n g e n : Ø = Durchmesser, Nw = Nabelweite, Wh = Windungshöhe, Rz/Ug = Anzahl der Rippen auf dem äußersten Umgang.

Psiloceras planorbis (SOWERBY)

Besonders hinweisen möchte ich auf die große Variabilität des Endstadiums der Lobenlinie dieser bekannten Leitform des untersten Lias. M.SCHMIDT(1925,S.277) bildet bereits zwei extreme Ausbildungen ab. Vor allem die Sättel können anstatt schmal und hoch eher breit und niedrig sein. Dem parallel geht eine Verarmung an Sattelinzisionen. Dann kommen nicht sechs- oder siebenblättrige Lateralsättel, sondern nur vierblättrige vor.

Neophyllites sp. W.LANGE 1941

Eine Zuordnung zu dieser Gattung bleibt angesichts der teilweise sehr einfachen Suturen von Ps.planorbis manchmal ungewiß. Es gibt offenbar Übergänge zwischen wohlentwickelten Lobenlinien des letztgenannten und den typisch vereinfachten eines Neophyllites. Nur in einem Fall (311.) gesellen sich fast planparallele Flanken und eine kurz gerundete Externseite zur neophyllitischen Sutur (Abb.13), so daß mit Sicherheit kein Ps.planorbis vorliegt. Die übrigen 7 Exemplare von Neophyllites ließen sich ohne Kenntnis ihrer Lobenlinie nicht von planorbis unterscheiden. Neophyllites kommt im Psilonotenkalk mit Ps.planorbis und plicatulum stets gemeinsam vor.

Abb.13. Wh = 10 mm, 5-fach.

Psilophyllites hagenowi (DUNKER)

Nur anhangsweise sei bemerkt, das der Leitammonit des norddeutschen Lias alpha 1 c im Psilonotenkalk nicht vorkommt. Sowohl den von ROLLE(1858) beschriebenen Ammonites hagenowi aus dem Psilonotenkalk wie auch Funde von WETZEL, die M.SCHMIDT(1925) zusammen mit weiteren Stücken von Trossingen beschreibt, stellt LANGE bereits zutreffend zu Neophyllites. Von mehreren Psiloph. hagenowi aus der "hagenowi-Bank" im oberen Lias alpha 1 von Stuttgart-Vaihingen (Profil 1) ließ sich nur eine Sutur freilegen (Abb.14). Sie und auch die Gehäuseform stimmen mit der von LANGE

Abb.14. Wh=6 mm, 5-fach.

(1941) gegebenen Diagnose überein und sind von Neophyllites gut unterschieden.

Psiloceras (Curviceras) harpoptychum HOLLAND 1900

Hierunter werden alle kleinen bis mittelgroßen Formen mit S- oder sichelförmigen Flankenrippen zusammengefaßt. Die Rippen reichen bis auf die Gehäuseschulter, wo sie nach kräftigem Vorwärtsbiegen verlöschen. Eine "leichte Kielandeutung" (HOLLAND) fehlt, wie schon LANGE(1925) feststellte. Messungen an einzelnen vollständigen Exemplaren ergaben Wachstumsverhältniss wie bei Ps.planorbis (vergl. auch HOLLAND 1900, Taf.8, Fig.1-5). Die Lobenlinie (Abb.15) schließt an die höchstentwickelten Suturen von Ps.planorbis an. Doch war sie nur an einem Stück (61.) vollständig zu beobachten. Unterschiede in den Windungsquerschnitten von harpoptychum entsprechen nahezu der bei Ps. (Curv.)subangulare festgestellten Veränderlichkeit (s.u.).

Abb.15. Wh = 8 mm, 5-fach.

Psiloceras (Curviceras) subangulare (OPPEL 1862)

Holotypus = Ammonites angulatus QUENSTEDT
Tafel 1, Fig.1 u.2, Textabb.16 u.17 (9.)

1858 Ammonites angulatus QUENSTEDT, S.43, Tab.3, Fig.1.

1885 Ammonites angulatus psilonoti QUENSTEDT, S.32,Tab.2,Fig.10u.11.

1862 Ammonites subangularis OPPEL, S.130 Anmerkung.

1900 Psiloceras subangulare HOLLAND, S.502, Taf.9, Fig.5.

Maßtabelle:	Nr.	Ø	Nw	Wh	Rz/Ug
(mm)	Holotypus	37(100)	18(49)	11(30)	36
	(204.)	41 -	20(49)	12(29)	38
	(9.)	40 -	20(50)	11(28)	42
	Wetzel 354	42 -	20(48)	12(29)	36
	Wetzel 2628	38 -	18(47)	11(29)	38
	Wetzel 991	43 -	19(44)	14(33)	38

Mittelgroße, dicht berippte Formen mit subparallelen Flanken. Die S-förmigen Lateralrippen biegen an der Gehäuseschulter vorwärts, laufen rechtwinklig aufeinander zu und stoßen median kurz gerundet zusammen. Gegenüber einer leichten Zuschärfung auf den Flanken schwächen sich die Rippen extern geringfügig ab. Die Interkostalräume sind gerundet, vergl.(9.) in Abb.17.

Hervorstechende Eigenschaft sind die engstehenden Rippen, deren 35 wenigstens jeder Umgang trägt. Der rechte Winkel im externen Rippenteil ist nur an dieser dicht berippten Art von Curviceras

deutlich ausgeprägt. Er kann unter 90° liegen. Die Lobenlinie von (204.) besitzt in den Kerben schwach angedeutete Zackung (Abb.16).

Unter Berücksichtigung der Verdrückung von QUENSTEDTs Original stimmen die Gehäuseproportionen bei allen Beispielen mit dem Holotypus überein. Daß die Sutur dieses sonst gut erhaltenen Stücks durch Verwitterung verfälscht ist, beobachtete bereits LANGE(1925).

Abb.16. Wh = 10 mm, 5-fach.

Psiloceras(Curviceras)aff.subangulare(OPPEL)

1883 Ammonites angulatus hircinus QUENSTEDT, S.33,Tab.2,Fig.12.
1893 Psiloceras aff.circacostato(WÄHNER)POMP.,S.104,Taf.5,Fig.5;5a.
cf. 1893 Psiloceras capra-ibex POMPECKJ, S.71,Taf.5,Fig.6;6a;6b.
cf. 1963 Psiloceras(Curviceras)sp.indet.BLIND, S.21,Taf.36,Fig.10.

Maßtabelle:	Nr.	Ø	Nw	Wh	Rz/Ug
(mm)	(363.)	40(100)	-	11(28)	28
	(146.)	37 -	19(51)	10(31)	30
	(240.)	40 -	17(43)	13(32)	32
	(380.)	44 -	20(45)	12(27)	30

Mittelgroße Formen; kräftige, weitstehende Rippen setzen über die Externseite hinweg. Mündungsquerschnitt variabel, meist hochoval. Lobenlinie unbekannt.

Eine Abgrenzung gegen subangulare sensu stricto ist durch die dicken Rippen gegeben. Überwiegend finden sich weniger als 30 auf einem Umgang. Der Rippentyp variiert. Sowohl wulstige Falten (vergl. hircinus QUENST.) wie leicht zugeschärfte Ausbildung (vergl.subangulare OPP.) kommen vor. Bei einigen Stücken sind die Rippen extern abgeschwächt, doch auch Erhöhung auf der Außenseite ist beobachtet wie bei (146.) in Abb.17. Die Mündungsquerschnitte sind subquadratisch, hochoval, oval oder rundlich (Abb.17 und Tafel 1). Hochovale Stücke zeigen andeutungsweise eine Kantung der Intercostalräume wie Ps.(Curv.)engonium W.LANGE.

(9.) (240.) (363.) (380.) (146.)

Abb.17. Maßstab 1:1.

Psiloceras(Discamphiceras)cf.megastoma(GÜMBEL 1861)

Tafel 2, Textabb.18 u.19

cf.1862 Ammonites longipontinum OPPEL, S.129,Taf.41,Fig.1a,b,Fig.2.
cf.1882 Aegoceras megastoma WÄHNER, S.78, Taf.18, Fig.1.
cf.1885 Riesenpsilonoten QUENSTEDT, S.22, Tab.3, Fig.1.
cf.1900 Psiloceras nuertingense HOLLAND, S.499, Taf.9, Fig.1.

Maßtabelle:	Nr.	Ø	Nw	Wh	Rz/Ug
(mm)	(283.)	238(100)	135(57)	52(22)	64
	(119.)	195 -	-	52(27)	-
	(198.)	195 -	121(62)	45(23)	52(70 Ø)
	(334.)	220 -	136(62)	46(21)	66
	Wetzel 2254	195 -	108(55)	48(25)	-

Von den insgesamt vorliegenden 20, durchwegs großwüchsigen Ammoniten sind nur zwei körperlich und vollständig erhalten. Dem einen davon (283.) fehlen, wahrscheinlich durch mechanische Zerstörung, die Innenwindungen, während beim anderen (334.) leicht angewitterten Stück keine Lobenlinie zu erkennen ist. Auskunft über die Innenwindungen geben die beiden flachgedrückten Exemplare (198.199.), und die Sutur läßt sich einigermaßen an Bruchstücken (14.,252.) beobachten. Aus der Sammlung WETZEL führe ich zum Vergleich den Abdruck eines großen Ammoniten an (Wetzel 2254).

(283.), s.Tafel 2 : Großwüchsiges Gehäuse mit schwachen, geraden Flankenrippen bis ans Ende der Wohnkammer. Auf der Wohnkammer laufen sie wie bei Aegoceras megastoma WÄHN. extern nach vorn gerichtet aus. Ovaler Windungsquerschnitt mit angedeuteter Externkantung (Abb.18). Die Sutur läßt sich nicht reproduzieren. Sie ist bis auf schwache Zähne in den distalen Sattelblättern und in den proximalen Lobeninzisionen einfach gezackt.

(334.) : Langsam anwachsende Windungen lassen das großwüchsige Stück sehr weitnabelig erscheinen. Fast parallele Flanken. Extern gleichmäßig gerundet. Innenwindungen deutlich-,Außenwindungen nur schwach von geraden Lateralrippen besetzt.

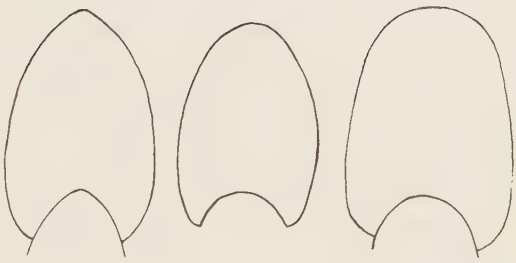
(198.) : Diagenetisch flachgedrückte Großform mit dicht berippten Innenwindungen. Auf den letzten beiden Umgängen verblaßt die Skulptur. Glatter Wohnkammer-Abdruck (vergl.Tafel 2, Fig.1).

(119.) : Windungsbruchstück mit ovalem Querschnitt.

(295.) : Ein Bruchstück, dessen Querschnitt zwischen dem gekanteten von (283.) und dem abgestumpften eines weiteren Fragmentes (14.) vermittelt (Abb.18).

(14.) : Das innere der beiden erhaltenen gekammerten Windungsstücke ist lateral grob-, aber gleichmäßig gefaltet. Der äußere Um-

gang weist weitspannige Wellung auf, die auch extern bemerkbar ist. Die Sutur ist nur unvollständig sichtbar (Abb.19). Mit seinem abgestumpften Windungsquerschnitt kann das unverdrückte Bruchstück nur unter Vorbehalt bei megastoma eingeordnet werden.



(283.) (295.) (14.)

Abb.18. Maßstab 1:1.

Gemeinsame Merkmale aller Stücke sind Weitnabeligkeit, großer Wuchs und gerade Flankenrippen. Auf den inneren Windungen stehen sie ziemlich dicht und biegen leicht sichelförmig nach vorn um. Soweit meßbar, sind alle Nabelweiten etwas größer als von WÄHNER (1882,S.78) angegeben. Mit Psiloceras nuertingense HOLLAND herrscht in den Wachstumsverhältnissen (vergl.Maßtabelle bei HOLLAND, 1900,S.499) gute Übereinstimmung. Doch trägt dessen äußerster Umgang auffallend lange Rippen. Der Querschnitt von nuertingense ist unbekannt.

Abb.19. Maßstab 1:1.

Ammonites longipontinum OPP. unterscheidet sich von Aeg.megastoma WÄHN. nur durch stärker verblassende Rippen auf dem äußersten Umgang (WÄHNER 1882,S.78).

Da der Erhaltungszustand der meisten von mir gesammelten Stücke keine sichere Artangabe erlaubt, oft nicht einmal vollständige Diagnosen, steht ihre Beziehung zu den bekannten Formen (s.Synonyma) sowie untereinander nicht genau fest. Die taxionomischen Merkmale aller Exemplare weisen jedoch auf Aegoceras megastoma WÄHNER hin. Inwieweit sie tatsächlich innerhalb der Variation dieser Art liegen bleibt spezielleren Studien vorbehalten.

Psiloceras (Discamphiceras) sp.indet.

Maßtabelle:	Nr.	Ø	Nw	Wh	Rz/Ug
(mm)	(161.)	122(100)	51(41)	35(28)	-
	Wetzel 1385	145 -	68(47)	42(29)	32

Die hochovalen Windungen besitzen seitlich kurze, gerade Falten Die Außenseite ist glatt. Im Vergleich mit den oben beschriebenen Großformen wachsen die Umgänge der vorliegenden schneller an.

Sie passen damit besser zum engnabeligen Subgenerotyp Aegoceras kammerkahrense GÜMBEL als die weitgenabelte Art megastoma nach BLIND. Abb. 20 gibt die jeweils letzten Lobenlinien der beiden Stücke wieder. Die Wohnkammern fehlen. WETZEL hat weitere ähnliche Ammoniten gesammelt, die mangels sicherer Horizontierung hier nicht angeführt werden.

Abb.20. Oben: Wetzel 1385, unten: (161.), beide 1:1.

Psiloceras (Storthoceras?) W.LANGE 1941

Es liegen zwei aufgearbeitete Bruchstücke vor, deren leicht gekantete Flankenrippen vom Nabelband bis nahezu auf die Externseite reichen. Dort biegen sie nach sichelförmigem Verlauf stark vorwärts und verschwinden. Bei 15 cm geschätztem Ø und 3 cm Windungshöhe handelt es sich um weitnabelige Formen. Suturen fehlen, da es wahrscheinlich Wohnkammern sind, deren hochovale Mündungsquerschnitte etwas verdrückt sein dürften.

Saxoceras schroederi W.LANGE 1941

Tafel 1, Fig.8, Textabb.21

Maßangaben:	Ø	Nw	Wh	Rz/Ug
(mm)	106(100)	50(47)	33(31)	41

In der Sammlung des Geologischen Instituts in Tübingen befindet sich ein Ammonit, dessen Gehäusemerkmale bis auf die schlecht kontrollierbare Lobenlinie mit Sax.schroederi (det.Professor Dr.HÖLDER) übereinstimmen. Die relativen Gehäusemaße liegen innerhalb des Streubereichs der von LANGE(1941,S.125) vermessenen Exemplare. Im Mündungsquerschnitt (Abb.21) gleicht es dem Holotyp vollkommen. Über die inneren Windungen, soweit sichtbar, läßt sich nur soviel sagen, daß der Rippentyp ebenfalls ein "schlotheimiides Stadium" durchläuft. Auf der Wohnkammer ziehen die Rippen ohne Betonung auf den Gehäuseschultern abgeschwächt über die Außenseite. Seitlich verlaufen sie radial und biegen in der äußeren Hälfte stark nach vorn.

Abb.21.1:1.

Das Stück wurde 1919 von EHRAT in der Triebklinge W Pfrondorf bei Tübingen gefunden. Als Lager kommt nur der untere Lias alpha in Frage.

2. Stratigraphie.

Einleitend sei kurz auf texturelle und petrographische Voraussetzungen für die stratigraphische Gliederung eingegangen.

Der Unterschied zwischen den festen Kalksteinbänken und ihren Mergel-Zwischenlagen beruht beispielsweise im Arietenkalk auf allmählich gegen die Grenzflächen abnehmendem Kalkanteil (WALLISER 1956,S.290). Im Psilonotenkalk sind außerdem noch andere Merkmale wichtig. Der Kalkgehalt nimmt beim Übergang von einer festen Bank zur schiefrigen Zwischenschicht nicht überall gleichmäßig ab, sondern feine schwarze Tonflasern schalten sich in feste Schieferkalklagen ein. Sie verändern eine Bauschanalyse der ganzen Schicht zwar in Richtung derjenigen eines Mergels, kleinere Abschnitte führen jedoch kaum mehr Ton als die festen Kalke, sie sind eher sandig. Ein weit verbreiteter Bitumengehalt macht sich beim Anschlagen frischer Gesteine durch Geruch bemerkbar. Oft kommt Pyrit darin vor

Viel auffälliger ist der Wandel in der Textur. Die Kalkpartikel zeigen in den Schieferlagen vollständige Einregelung parallel zu den Schichtflächen, während in den festeren Kalken nur größere Bestandteile wie Schalen eingeregelt liegen und die feinere Grundmasse hier noch starke Streuung der Längsachsen ihrer Bestandteile aufweist.

Im Dünnschliff läßt sich die Grenze beider Texturen genau angeben (Abb.22). Die natürliche Schichtgrenze durch Verwitterung fand ich etwa 1 cm innerhalb der schiefrigen Lage, so daß mit Fehlern dieser Größenordnung bei allen Maßangaben in den Profilen zu rechnen ist.

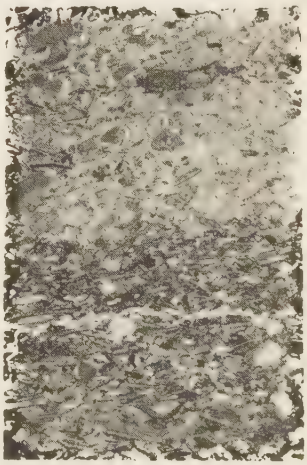


Abb.22. 4-fach.

Die harten, eigentlichen "Psilonotenbänke" weisen untereinander extreme Gegensätze in Körnung und Fossilführung auf. Die Schwerpunkte bei der Beschreibung lagen auf drei Varianten: Dicht, feinkörnig und grobkörnig (spätig) Mit wenigen Ausnahmen setzt der Wechsel nach einer schiefrigen Trennlage ein. Aber auch gleichartige Bänke werden von schiefrigen Bändern getrennt. Insofern hängt ihre Anwesenheit nicht mit fazi-

ellen Veränderungen zwischen zwei massiven Bänken zusammen.

Genetische Fragen seien nur gestreift. Die schiefrigen Lagen dürften unter verstärkten Strömungen entstanden sein, weil sich eingeschwemmte, körperlich gut erhaltene Wohnkammersteinkerne neben vollständigen, aber flachgedrückten Ammoniten finden (Profile 21 und 120). Die verdrückten Ammoniten deuten wohl Sedimentmangel an, jedenfalls aber Setzung im Sediment, was durch zerknitterte, sonst gut erhaltene Lima-Schalen bekräftigt wird. Daneben ist Kalkabwanderung aus den Schieferlagen wahrscheinlich, da sich Umrisse und Lagerung von häufig darin eingebetteten Kalklaibsteinen (Profil 84) nur auf diese Weise erklären lassen (EINSELE&MOSEBACH 1955).

Bei der folgenden stratigraphischen Erörterung des Psilonotenkalks wird die Reihenfolge der regionalen Abschnitte des beschreibenden Teils (Kapitel II. 1-5) eingehalten.

Die Profile von F i l d e r u n d S c h ö n b u c h zeigen überwiegend zweiteiligen Aufbau des Psilonotenkalks. Meistens durch eine schiefrige Kalkmergellage getrennt, von derartigen Bildungen auch unter- und überlagert, läßt sich der untere Kalkstein mit oft gröberer, schillreicher Fazies von einem oberen fossilarmen Kalkstein mergeliger Natur unterscheiden. Nur in drei Aufschlüssen, bei Stetten, Weil und Bebenhausen zeichnet sich die Basis des unteren Kalksteins durch dichten, dunkelgrauen Kalkstein aus.

Für die Abfolge der Psilonoten, soweit keine sichere Umlagerung vorliegt, gelten bestimmte Gesetze. Psiloceras planorbis erscheint an der Basis der unteren Kalkbank, plicatulum ist eng an dessen Verbreitung gebunden. Vertreter der Untergattungen Caloceras und Curviceras halten mittlere und höhere Teile des unteren Kalksteins ein. Ps.(Caloceras)johnstoni liegt mit Ps.(Curviceras)harpoptychum häufiger unter Ps.(Curv.)subangulare, ohne daß stets deutliche Trennung erkennbar wäre. WETZEL nennt zudem Ps.(Discamphiceras)sp. indet. aus dem Oberteil des unteren Kalksteins. Im oberen Kalkstein leitet Ps.(Disc.)cf.megastoma ausschließlich.

Nahezu alle genannten Merkmale vereint Profil 38 von der Fohlenweide bei Bebenhausen in sich. Lediglich Psilonoten der Untergattung Curviceras wurden darin nicht gefunden. Ich betrachte es dennoch als Normalprofil (vergl.S.23):

18 Mergeliger oberer Kalkstein mit Ps.cf.megastoma.
3 Mittlere schiefrige Kalkmergellage.
20 Kristalliner unterer Kalkstein mit Ps.johnstoni.
6 Dichte Basis des unteren Kalksteins, Ps.planorbis.
2 Untere schiefrige Kalkmergellage.
6 Grauer Rhätton, darunter Rätsandstein.

Die untere schiefrige Kalkmergellage: Fast unabhängig von der jeweils unterlagernden Keuper-Fazies besteht das Liegende der unteren Psilonotenbank aus schiefrigem, etwas sandführendem Kalkmergelstein, meist unter 10 cm mächtig. Er fehlt in einigen Profilen (9, 20,35) über mächtigem Rhätsandstein. In anderen Aufschlüssen (Pr.12, 21) läßt allein die schiefrige Textur des festen Kalksteins an der Basis des Psilonotenkalks auf eine kalkreiche Variante der Schieferlage schließen. Im Hangenden einer solchen Lage (Schicht "14" in Profil 12) fand sich Ps.planorbis. BUCK(1953,S.266) beschreibt diese untere schiefrige Schicht aus Mittelwürttemberg als basale "Schalentrümmerschicht".Da Schalentrümmer, Mikrofossilien und Tongehalt aber auch den festen Kalksteinen eigen sind, wähle ich Bezeichnungen, welche die texturellen Eigenschaften betonen.

Die Basis des unteren Kalksteins: Entsprechend der geschilderten Faziesausbildung hat wahrscheinlich in allen Abschnitten des Untersuchungsgebietes Sedimentumlagerung durch Strömungen stattgefunden. Nur in den Profilen 7, 14 b und 38 gewährleistet das dichte Gestein an der Basis des unteren Kalksteins, daß Sediment und Fauna (Ps.planorbis!) in situ abgelagert wurden und erhalten blieben.

Aus Profil 7 bei Stetten läßt sich am deutlichsten ablesen, daß Umlagerung des ältesten, dichten Kalkes erfolgte, denn hier findet sich der feine Kalkstein des unteren Bankteils in Form von Geröllen im oberen wieder.Wahrscheinlich sind sehr feinkörnige Kalksteinfladen im unteren Teil des Profils 5 wie die Gerölle im Dach von Profil 7 zu deuten. Trifft das zu, so liegen planorbis und plicatulum bei Stuttgart-Sonnenberg, auch wenn sie an der Basis der unteren Kalkbank vorkommen, auf sekundärer Lagerstätte, da von den älteren dichten Kalken außer den geröllähnlichen Fladen nichts mehr vorhanden ist.

Ähnlich möchte ich zahlreiche Exemplare von Ps.planorbis und plicatulum in körnigem, teils schillreichen Material an der Basis des unteren Kalksteins der Profile 16, 19, 20 und 21 erklären. Die erwähnten Ammoniten halten hier zwar ausschließlich den ältesten Kalkstein ein, ihre Gehäuse können aber mit dem Schill umgelagert worden sein, ohne erkennbare Korrosionsspuren zu tragen.

Der dichte Kalk dürfte weiter verbreitet gewesen sein, als sich aus seinem geschlossenen Vorkommen heute ergibt. Er kommt im Profil Geißhalde bei Bebenhausen in Form von Schlieren in grobkörnigem, teils schillführendem Kalk mit Ps.planorbis vor. Diese lithologische Vermischung zeigt, daß die Sedimentation des feinen Kalkschlicks ohne Unterbrechung in die des Schills überging und beide der plan-

orbis-Zeit angehören.

Der untere Kalkstein: Abgesehen von den bereits besprochenen dichten Kalken sowie basalen Abschnitten, die n u r Ps.planorbis und plicatulum (möglicherweise auf sekundärer Lagerstätte) führen, bleibt eine 10-30 cm starke grobkörnige Kalksteinbank zu erörtern, die lokal durch Kalkknollen vertreten werden kann.

Die darin enthaltenen Psilonoten, johnstoni, harpoptychum und subangulare, verteilen sich bei Steinenbronn (Profil 10) über die ganze Bank, während sie bei Holzgerlingen (Pr.11) nur basal vorkommen und bei Kusterdingen (Pr.33) eine bankzentrale Lage einhalten. Das Nebengestein ist in den Profilen 10 und 11 verhältnismäßig feinkörnig ausgebildet. Dieser Hauptteil der unteren Bank leitet den Psilonotenkalk dort ein, wo der tiefere, planorbisführende Teil fehlt.

Grundlegende Änderungen in der unteren Kalkbank (einschließlich des Lagers von planorbis) leitet Profil 18 am Kirnrain ein: Die Bank dünnt aus. In der Heckersklinge (Pr.15, vergl.Skizze S.13) liegen nur einzelne Linsen davon vor. In beiden Profilen lassen sich an Stellen ohne unteren Kalkstein der untere und mittlere Schieferhorizont nicht unterscheiden. Gleichzeitig mit der Bankaufteilung tritt Kornvergröberung und Mischung aller Psilonoten ein. Zwischen Einsiedel und Pfrondorf (Pr.30) und an der Wanne (Pr.36) tritt zu den oben genannten Ammoniten noch Ps.(Storthoceras?).

Der stark sandige Psilonotenkalk bei Pfrondorf scheint stellenweise Vertreter sämtlicher Psilonoten z.T. in inverser Reihenfolge zu führen. Verglichen mit dem bisher Gesagten stellt dieser Befund keine Ausnahme dar. Er übertrifft höchstens das Ausmaß der Umlagerungen graduell.

Nur bei Ruit habe ich Ps.planorbis in größerem Abstand über johnstoni und harpoptychum angetroffen. In den anderen Aufschlüssen mit Mischung aller Arten beträgt der Vertikalabstand kaum einige cm.

Die mittlere schiefrige Lage: Zwischen unterem und oberem Kalkstein erscheint in gleicher Ausbildung wie die untere schiefrige Kalkmergelschicht eine weitere dünne Lage. Sie ist meistens vorhanden und führt in den Profilen 21, 27 und 29 aufgearbeitete Steinkerne der Untergattung Curviceras. Im Steinbruch Einsiedel (Tübingen) beginnt der Psilonotenkalk mit diesem Horizont über Rhätsandstein. Dank seiner Fossilführung, wenn auch umgelagerter Stücke, ist eine Unterscheidung vom unteren Schiefermergel möglich. Bei Steinenbronn schalten sich kalkreiche Partien ein, so daß eine zusätzliche Kalkbank in den Profilen 10.a und b auftritt. Ihre schiefrige Textur

wird erst bei Verwitterung herauspräpariert.

Der obere Kalkstein: Die Schönbuch-Profile bestehen oben aus einer kaum 20 cm mächtigen, gleichmäßig feinkörnigen Kalksteinbank. Sie hat an Fossilien außer wenigen Muscheln nur Ps.(Disc.)cf.megastoma geliefert. Teils feinkristallin, meistens mergelig, ist die Schicht überall gut kenntlich. Sie fehlt am Nordrand der Filder bei Vaihingen (Pr.1 u.2). Im Profil 4 scheint die deutliche Abtrennung durch eine schiefrige Lage zu fehlen.– Den Übergang zum höheren Schieferton des Lias alpha 1 bilden in der Regel Mergel mit Schalengrus, jedoch bröckliger als die unteren Schieferlagen.–

Da WETZEL(1929 und 1932) hauptsächlich im bisher besprochenen Gebiet gearbeitet hat, sei an dieser Stelle auf seine Gliederung eingegangen.

WETZEL fand bei Pfrondorf und Waldhausen (N Tübingen) mehrmals Ps. subangulare und johnstoni unter und über planorbis. Er folgerte daraus, daß es für kleine stratigraphische Einheiten keine Leitfossilien gäbe. Unter Berücksichtigung der Fossilerhaltung und Nebengesteinsausbildung müssen wir die umgekehrten Ammonitenfolgen jedoch als Umlagerung erklären. Von den insgesamt 28 Exemplaren der Untergattung Curviceras, die WETZEL in "Ia" (s.u.) fand, sind nur 3 vollständig erhalten, eines davon mit heller Mergelfüllung, der Rest besteht aus eindeutig aufgearbeiteten Wohnkammerfragmenten. Damit aber sind auch darüber lagernde Exemplare von Ps.planorbis als umgelagert anzusehen, auch wenn ihre Gehäuse keine Korrosion aufweisen sollten (sie sind auch in den Profilen 15 und 30 unversehrt, obwohl sie vermischt liegen).

Die allgemeine Gliederung des Psilonotenkalks für Filder und Schönbuch (das "zentrale Gebiet" nach WETZEL) kann ich sowohl in der Gesteinszusammensetzung wie in der Fauna bestätigen. Er nennt die untere Schieferlage "Ia" (ammonitenleer, bonebedartig) und den unteren Kalkstein "Ib-c" (mit planorbis, plicatulum, harpoptychum, subangulare und "megastoma"). Darüber folgen mittlere "Sandschieferlage" und oberer Kalkstein "II" (mit "glatten Riesenformen" über 50 cm Ø). Lediglich bei Tübingen ("peripheres Gebiet" nach WETZEL) stiftet das Gliederungsschema Verwirrung. Da WETZELs Psilonoten sowie viele Handstücke durch die genannten Kennziffern horizontiert sind, ist hier zwar ihre relative Lage gesichert, nicht aber Gleichzeitigkeit. Beispielsweise wurden die Fragmente von subangulare (s.o.) mit Sicherheit nicht in "Ia", sondern in der mittleren "Sandschieferlage" oder einem ähnlichen höheren Horizont gefunden. In diesem Sinn behält die umfangreiche Sammlung WETZEL ihren Wert.

Am K l e i n e n H e u b e r g gilt unter Ausklammerung einiger eindeutig durch Aufarbeitung und lokale Umlagerung entstandener Gesteinsserien und Psilonoten-Abfolgen allgemein die folgende Gliederung im Psilonotenkalk:

Die Grenzschicht zum Keuper besteht aus sandigem, schiefrigem Kalkmergelstein. Ein bis zwei Kalksteinbänke darüber sind feinkörnig und fossilarm ausgebildet. Manchmal erscheint die Basis der unteren völlig dicht. Lokal tritt Laibsteinbildung auf. Den Oberteil des Psilonotenkalks baut grobkörniger Kalkstein auf, im unteren Abschnitt eine typische Lumachelle. Als Trennlagen schalten sich stets sandige, schiefrige Kalkmergel von wenigen cm Mächtigkeit ein. An der Basis dieses oberen Teils ist die Schieferlage etwas stärker entwickelt. Im Hangenden leiten bröcklige Schiefermergel zum Schieferton des Lias alpha 1 über.

Psiloceras planorbis hat seine zahlenmäßig stärkste Verbreitung an der Basis der untersten Bank. Einzelne Exemplare fand ich auch in höheren Teilen der ältesten und in der zweiten feinkörnigen Bank verstreut. Johnstoni folgt stets über planorbis, aber nie im oberen, grobkörnigen Kalkstein. Psilonoten der Untergattung Curviceras liegen bei Anwesenheit von planorbis immer darüber, erscheinen aber ohne diese Art schon im untersten Kalkstein (Pr. 69). Ps.(Discamphiceras)cf.megastoma ist ausschließlich im oberen Kalkstein verbreitet.

Als Normalprofil dieses Abschnitts kann Profil 83 vom Schlichemtal gelten. Allerdings wurde Ps.(Cal.)johnstoni darin nicht gefunden:

3	Obere schiefrige Kalkmergellage.
33	Oberer Kalkstein mit Ps.(Disc.)cf.megastoma.
3	Mittlere schiefrige Kalkmergellage.
11 2 12	Unterer Kalkstein mit Ps.(Curv.) über Ps.planorbis.
14	Unterer schiefriger Kalkmergelstein. Rhätsandstein.

Das Hechinger Profil 39 weicht als einziges im oberen Teil völlig vom Schema ab. Das Äquivalent des oberen Kalksteins besteht aus mürben Mergeln mit Ps.cf.megastoma. Mithin steht hier für den tieferen Kalkstein fest, daß er, auch ohne Psilonoten geliefert zu haben, mittlere und untere Teile des Psilonotenkalks verkörpert.

An der Eyach gleichen die Profile nur äußerlich denen vom Schönbuch. Ihr stets schillreicher oberer Kalkstein schließt sie

jedoch enger an den benachbarten Kleinen Heuberg an. Wichtig sind die Profile 47 und 50. Ersteres zeigt (wie Profil 38 bei Bebenhausen) Fladen dichten Kalksteins mit Ps.planorbis an der Basis des Psilonotenkalks. Profil 50 im Kaunterbachtal führte in einer Bank unmittelbar über dichten Kalksteinfladen (ohne planorbis) Ps.(Cal.)johnstoni. Damit sind auch hier Spuren der ältesten Kalksedimentation des Lias über Rhätsandstein aufgefunden. Die untersten Schiefermergel sind in beiden Aufschlüssen nur andeutungsweise vorhanden.

Demgegenüber hat an der Wertenbachmündung (Pr.42-44,vergl. Skizzen) heftige Aufarbeitung den unteren Psilonotenkalk-Horizont umgestaltet. Bezeichnend sind johnstoni in Rinnen der Sandsteinoberfläche und subangulare mit planorbis in Schillkalken dicht darüber. Der obere Kalkstein ist an der Eyach regelmäßig entwickelt.

Bei Rosenfeld und Binsdorf lassen sich einige Profile mangels Ammoniten, allein aufgrund ihrer Gesteinsausbildung, nur unsicher einordnen. Wahrscheinlich entsprechen die mächtigen Bänke der Profile 58 und 71 dem oberen Kalkstein. Vom unteren lägen dann nur Knollen vor. In den anderen Aufschlüssen dieses Gebietes gestatten stets angetroffene Ammoniten zusammen mit den übrigen Faziesmerkmalen eindeutige Horizontierungen.

Das Schlichemtal weist durchweg in Fauna und Schichtenaufbau typische Profile auf. Es bedarf nur weniger Ergänzungen zur allgemeinen Fassung des stratigraphischen Schemas. Vergleichung der Profile 76, 81, 82 und 101 lehrt, daß hier wie im Schönbuch feste Kalksteinbänke in die mittlere Schiefermergellage eingeschaltet sein können. In der Reihenfolge der aufgezählten Profile entsprechen sich die Schichten "14, 11,16 und nochmals 16".

Auf dem Bettenberg liegt ein zweiter Aufschluß (vergl. Profil 6 von Ruit) mit einem durch Umlagerung bis ins Dach des oberen Kalksteins geratenen Ps.planorbis. Im übrigen entspricht die Fazies des unteren Kalksteins in der Umgebung von Rotenzimmern für eindeutig in situ sedimentierte Kalke (mit planorbis). Profil 85 sei mit klaren stratigraphischen Verhältnissen trotz großer Unregelmäßigkeiten im Schichtaufbau besonders erwähnt.

In der Umgebung von Zimmern u.d.B. wurde stellenweise der obere Kalkstein gründlich aufgearbeitet. Die unteren feinkörnigen Bänke enthalten stets planorbis. Am Tromeshorn sind nur Linsen davon erhalten. Die Knöllchen unter dem mächtigen Spatkalk des Profils 96 sind offensichtlich Reste des ältesten dichten Kalksteins, der in den Nachbarprofilen 97 und 98 planorbis führt. In diesem Rahmen

gesehen bereitet Profil 96, in dem mit großer Wahrscheinlichkeit kein einziger Ammonit der Zerstörung entging, keine Schwierigkeiten bei der Einstufung. Alle Glieder des Psilonotenkalks sind vertreten. Die Aufarbeitung hat hier das Rhät nicht erreicht.

Mit Sicherheit umgelagerte Gehäuse von Curviceras kommen im oberen Kalkstein der Heuberg-Profile 67, 72, 84, 99 und 100 vor. Das aufgearbeitete Windungsfragment von johnstoni über cf.megastoma im Profil 81 (Schlichem) stellt bemerkenswerterweise das einzige gefundene Exemplar dieser Art zwischen Eyach und Starzel (Wellendingen) dar.

Südlich Zepfenhan tritt ein neuer Typ von Psilonotenkalk-Profilen auf. Mit Unterbrechungen im Rhätgebiet von Wellendingen wird er bis zum Erscheinen toniger Fazies im Psilonotenkalk bei Tuningen beibehalten. Deshalb bespreche ich die Profile an der Roten Steige (102-107) mit denjenigen der Baar.

I n d e r B a a r , d.h. zwischen Zepfenhan und Mühlhausen, halten bestimmte Psilonotenkalkbänke mit unveränderter Ammonitenführung gleichmäßig durch. Abb.23 zeigt die Stratigraphie.

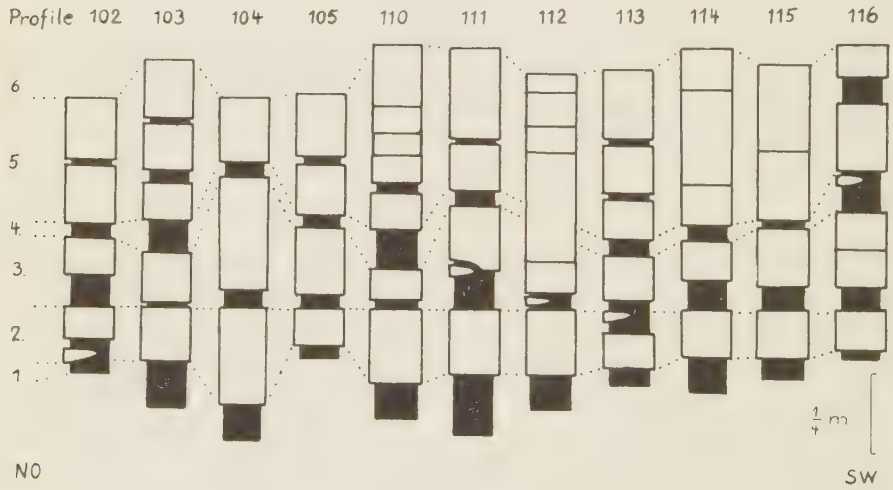


Abb.23.

Die Basis (1.) bildet fester, sandiger Kalkmergelstein aus feinem Schalengrus mit schichtparalleler Textur und häufigen schwarzen Tonflasern. Diese sonst fossilleere Schicht beträgt durchschnittlich 15 cm, erreicht aber auch das Doppelte. Darüber folgt

eine fossilarme Kalksteinbank (2.), blaugrau, feinkörnig, mit Ps. planorbis. In der nächst höheren schiefrigen Kalkmergellage sind lokal Kalksteinknollen vorhanden. Sie führen innerhalb der Aufschlüsse jeweils nur planorbis oder johnstoni. Eine weitere harte, blaugraue Kalkbank (3.), der unteren oft überaus ähnlich, zeichnet sich durch johnstoni und seltene Vertreter der Untergattung Curviceras aus. In mittlerer Profillage erscheint eine schiefrige Zwischenschicht (4.), die meistens deutlicher hervortritt als die unteren. Im oberen Kalkstein (5.) schwankt die Zahl der Bänke und deren Ausbildung stark. Grobkörniges Gestein mit mindestens einer Lumachelle überwiegt. Ps.(Disc.)cf.megastoma hat hier sein Lager. Zum hangenden Schwaichel leitet bröckliger Mergel (6.) über, der in Abb.23 nicht dargestellt wurde.

Die Besprechung von Sonderfällen kann kurz gefaßt werden. Profil 105 vom Langendorn läßt sich auch ohne Ammoniten einwandfrei anschließen.- Wieviel von den unteren Kalkbänken im Profil 109 (Aldingen) ausgefallen sind, läßt sich ohne Ammoniten nicht feststellen. Der mächtige Oberteil dürfte als Äquivalent der grobkörnigen Schichten mit Discamphiceras aufzufassen sein.

Aus dem s ü d l i c h a n s c h l i e ß e n d e n Gebiet sind die Profile 116-118 bereits auf Seite 57 zu Vergleichszwecken nebeneinander gestellt worden (vergl. auch Abb.24). Als stratigraphische Leitschicht eignet sich vor allem eine zentral gelegene Kalksteinbank mit Ps.(Caloceras)johnstoni. Darüber folgen meist grobkörnige Kalke, teils Lumachellen. Unter der Leitbank lautet die Reihenfolge der Schichten gleichbleibend von unten: Mergel, Schieferton, dichte Kalksteinknollen, Mergel. An der Hirschhalde (Pr.117) ist planorbis in den Kalksteinknollen nachgewiesen.

Die basalen Schiefermergel (1.) in Abb.23 finden in den schwarzen Basismergeln der Profile 117 und 118 ihre Fortsetzung, so daß deren Schieferton und die dichten Kalksteinknollen als fazielle Vertretung der planorbisführenden Psilonotenbank sens.str. anzusehen sind.

Eine Stratigraphie des Psilonotenkalks im D o n a u - R h e i n - Z u g bedarf weiterer Ammonitenfunde. In Abb.24 ist eine vorläufige Übersicht gegeben. SCHALCHs Befunde (1920,S.283) werden in diesen Profilen weitgehend rekapituliert. Lediglich in Einzelheiten der Bankabfolge bieten die neu aufgenommenen Querschnitte Ergänzungen.

Bei Döggingen, Ewattingen (Aufschlüsse nach SCHALCH), Behla,

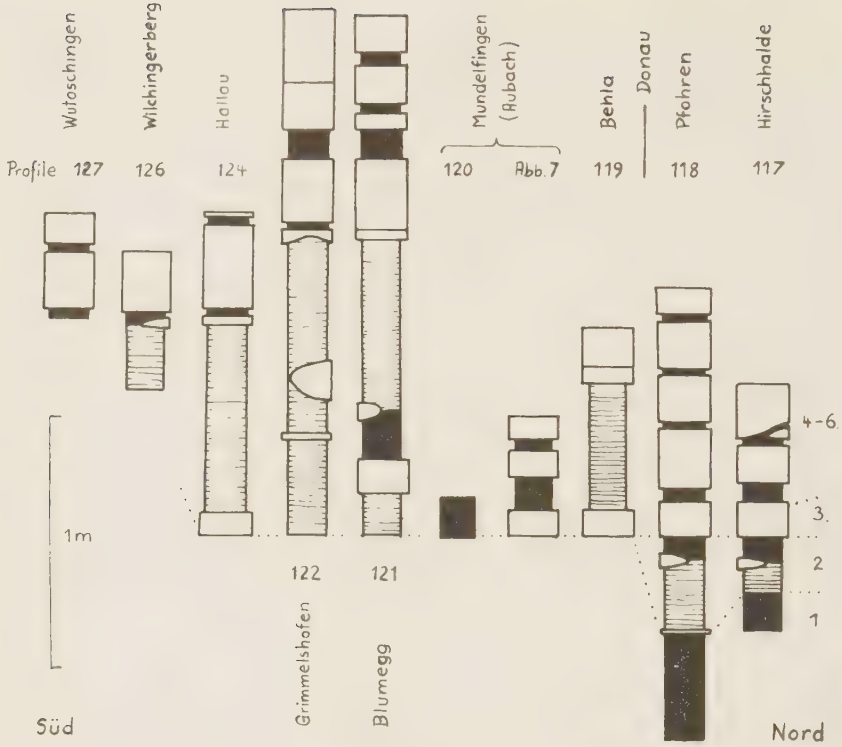


Abb.24.

Hallau und Wutöschingen beginnt die Abfolge mit ein bis zwei Kalkbänken, in den übrigen Aufschlüssen mit Liaston. Dichte Kalklinsen und eine dichte Kalkbank im Ton (Pr.121 u.122) lassen sich mit diesen Kalkbänken nicht gleichsetzen. Allen Profilen mit Schieferton ist eine dm-starke Bank oder Knollenlage aus dichtem Kalkstein gemeinsam, die den Ton unmittelbar überlagern. Darüber folgen Kalksteinbänke von der Fazies des schwäbischen oberen Psilonotenkalks. Deutlich unterscheiden sich diese mächtig entwickelten Kalksteinpakete in der Gegend des Wutachknies von kaum fußstarken Kalkbänken im Norden, Westen und Süden des Abschnitts. Bei Mundelfingen vertreten 2 dm mürbe Schiefermergel den gesamten Psilonotenkalk.

Von einer Zweiteilung des Psilonotenkalks unter Einschaltung von Schieferton im Sinne VOLLRATHs(1924) kann man nur bei Behla und Hallau sprechen. Die übrigen Profile weisen keinen entsprechenden einheitlichen Bauplan auf.

Von zahlreichen Psilonoten kommt die Art johnstoni bei Behla und Hallau im untersten Kalkstein vor, bei Pfohren, Grimmelshofen und Beggingen in Kalken über dem eingeschalteten Schieferton. Größtenteils unbestimmt sind kleine Ammoniten aus den erwähnten dichten Kalken jeweils unmittelbar über dem Schieferton. Ps.(Curv.) harpoptychum und subangulare erscheinen selten bereits mit johnstoni, sonst vereinzelt in mittleren Kalkbänken sowie im Mergel vom Aubach bei Mundelfingen. Dort kommen noch Abdrücke großwüchsiger Psilonoten hinzu.

Südlich Hallau keilt zunächst die dort vorhandene untere Kalkbank aus, dann der darüber liegende Schieferton und zuletzt zwischen Wutöschingen und Kadelburg die obere Psilonotenbank.

Die zusammenfassenden Ausführungen zeigen, daß WETZEL ein Gebiet mit vielen Unregelmäßigkeiten als Grundlage seiner Gliederungsversuche gewählt hat. Filder und Schönbuch führen zwar relativ viel Psilonoten, doch die übersichtlichste Profilausbildung findet sich in der Baar. Die von WETZEL gefundene Einteilung in "I"(unten) und "II"(oben) wird grundsätzlich bestätigt. Die Grenze zwischen beiden liegt im 4. Abschnitt.

Gliederung des Psilonotenkalks:

1. In Mittel- und Südwest-Württemberg beginnt der Lias mit sandigem Kalkmergelstein, dessen hervorragendes Kennzeichen primär angelegte Paralleltextur seines fein zerriebenen Schalengruses darstellt. Schwarze Tonflasern unterstreichen die "schiefrige" Beschaffenheit der durchschnittlich 1 dm starken Schicht.

2. Psiloceras planorbis und plicatulum erscheinen erstmals darüber in dichtem bis feinkörnigem Kalkstein. Die Begleitfauna ist spärlich. Meistens treten nur feinspätige Schlieren von Schalentrümmern in der dichten Grundmasse auf.

3. Unter Einschaltung weiterer schiefriger Lagen folgen Kalksteinbänke mit stellenweise zunehmender Kornvergröberung. Lokal kommt es zur Schillanreicherung. Hier hat Ps.(Cal.)johnstoni seine ausschließliche Verbreitung. Mit ihm vergesellschaftet erscheinen Ps.(Curv.)harpoptychum und subangulare, sowie Ps.(Discamphiceras) sp.indet. nach WETZEL.

4. Eine oft deutlich entwickelte sandig-schiefrige Kalkmergelschicht hält den Mittelteil des Psilonotenkalks ein.

5. In Südwest-Württemberg setzt sich die Kornvergröberung darüber endgültig durch. Regelmäßig erscheint eine Lumachelle aus

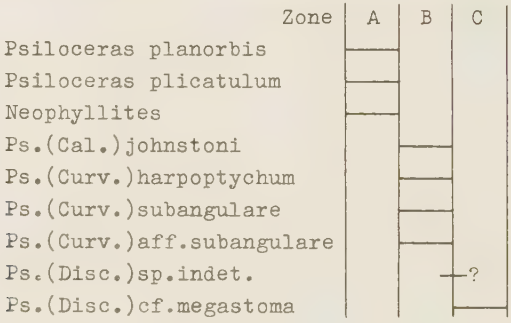
dickschaligen Muscheln (Cardinien). Zum Abschluß des oberen Kalksteins geht die Schillführung örtlich wiederum vollkommen zurück. In Mittelwürttemberg ist der obere Kalkstein nur feinkörnig und mergelig ausgebildet. Ps.(Discamphiceras)cf.megastoma beschließt die Ammoniten-Abfolge in ziemlich gleichmäßiger Verbreitung über das Untersuchungsgebiet.

6. Zum hangenden Lias-Schwaichel leitet krümeliger Mergel über.

Wo dieser vom Liegenden zum Hangenden ablaufende Wechsel sehr feinkörniger zu äußerst grobkörniger Kalksteinausbildung fehlt, handelt es sich um Schichtausfall oder Aufarbeitung der Sedimente samt ihrem Fossilinhalt. Vollständige Profile geringerer Mächtigkeit erscheinen neben stärker entwickelten gleichsam teleskopartig verkürzt.

3. Chronologie.

Die stratigraphischen Ergebnisse gestatten eine chronologische Gliederung des Psilonotenkalks in Südwestdeutschland nach Zonen.



Zone A ist durch die absolute Verbreitung von Ps.planorbis eindeutig festgelegt. Die begleitenden Formen Ps.plicatulum und Neophyllites treten zahlenmäßig stark zurück, wurden aber nie außerhalb der planorbis-Zone angetroffen.

Für die Zone B ist Ps.(Cal.)johnstoni bezeichnend. Johnstoni ist der Vorrang vor den Vertretern der Untergattung Curviceras einzuräumen, da diese Art regional weiter verbreitet ist und geringere Variationsbreite in den taxionomischen Merkmalen aufweist. Ps.(Disc.)sp.indet., nicht mit megastoma vergleichbar, kommt nach WETZEL mit johnstoni und subangulare vor. Der einzige von mir ge-

fundene Vertreter (161.) lag mit allen anderen Psilonoten zusammen in einem Aufarbeitungshorizont. (Ähnliche Fundumstände verhindern die Einstufung der Untergattung Storthoceras.)

Zone C ist durch Ps.(Disc.)cf.megastoma charakterisiert. Mehrere Stücke der Untergattung Curviceras und eines von Caloceras sind aufgrund eindeutiger, z.T. stark ausgeprägter Umlagerungserscheinungen aus Zone B herzuleiten.

Über dem Psilonotenkalk folgt bei Stuttgart-Vaihingen im Vertikalabstand von 5 m das Lager von Psilophyllites hagenowi.

Saxoceras schroederi von Pfrondorf (Tübingen) könnte entsprechend der norddeutschen Gliederung des Lias alpha 1 in einem höheren Horizont gelegen haben.

In der folgenden Tabelle sind die Einteilungen des Lias alpha 1 Norddeutschlands (LANGE 1941), Württembergs und des Fonsjochs in den österreichischen Nordalpen (BLIND 1963) verglichen.

<table>
<tr><th>Norddeutschland
LANGE(1941)</th><th>Württemberg</th><th colspan="4">Österr. Nordalpen
BLIND(1963)</th></tr>
<tr><td>f Saxoceras costatum
e Sax. angersbachense
d Sax. schroederi mit Ps.(Discamphiceras)
c Psiloph. hagenowi
b Ps.(Cal.)johnstoni mit Ps.(Curviceras)</td><td>(Saxoceras schroederi)
Psiloph. hagenowi
C Ps.(Disc.)cf.megastoma
B Ps.(Cal.)johnstoni mit Ps.(Curviceras)</td><td rowspan="2">IV</td><td rowspan="3">Ps. (Discamphiceras)</td><td rowspan="3">Ps. (Caloceras)</td><td rowspan="4">Ps. (Curviceras)</td></tr>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>III</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td colspan="3">II Ps. calliphyllum</td></tr>
<tr><td>a Ps. planorbis</td><td>A Ps. planorbis</td><td colspan="4">I Ps. planorbis</td></tr>
</table>

Dabei fällt in den Alpen eine feinere Gliederung im unteren Teil, in Württemberg und NW-Deutschland dagegen im oberen Teil auf. Der Unterschied beruht im Wesentlichen auf drei Ammonitengruppen: So wie Ps.calliphyllum auf die Tethys beschränkt ist, sind Psiloph.hagenowi und die Saxoceraten nur außerhalb davon bekannt. Aber nicht nur in der Verteilung der Arten herrschen engere Beziehungen zwischen SW- und NW-Deutschland, sondern auch in der

Zonenabfolge.

Durch Saxoceras schroederi bei Tübingen ist auch die Vertretung der norddeutschen Zone alpha 1 d in Süddeutschland wahrscheinlich. Zunächst spricht nichts dagegen, sie über hagenowi einzuordnen.

Da Psilophyllites hagenowi im württembergischen Psilonotenkalk nie nachgewiesen wurde, liegt die LANGEsche hagenowi-Zone in der "hagenowi-Bank" bei Stuttgart vor (die zwar FINCKH 1910 entdeckte, deren Beziehung zum Psilonotenkalk jedoch WETZEL laut VOLLRATH 1924 richtigstellte).

Im größeren Rahmen zeigt sich deutlich, daß die Zone C in Württemberg nur regionale Bedeutung hat. Ihr Wert innerhalb des SW-deutschen Lias alpha 1 ist aber unbestreitbar. Eingehende Vergleiche mit dem Fonsjoch scheitern daran, daß megastoma innerhalb der Zone IV nicht genau festgelegt ist. Die Untergattung Discamphiceras beginnt in Württemberg etwas später als in den Nordalpen (vergl. Tabelle S.101). Ob ihre noch höhere Einstufung durch LANGE auf Untersuchungslücken beruht, oder ob sie erst später (durch den süddeutschen Raum?) nach Norddeutschland einwanderte, ist hier nicht zu entscheiden.

Die Untergattung Curviceras erscheint nach BLIND zeitlich vor Caloceras. Im außeralpinen Raum ist diese Trennung nicht durchführbar. Auch darin gleichen sich die Zonenfolgen in SW- und NW-Deutschland.– An der Lias-Basis findet sich in allen Gebieten übereinstimmend die planorbis-Zone.

Damit wäre gezeigt, daß der südwestdeutsche Lias alpha 1 chronologisch in festem Verband mit den nördlich und südlich angrenzenden großregionalen Gebieten steht. D i e R h ä t - L i a s - G r e n z e i n W ü r t t e m b e r g i s t s y n c h r o n m i t d e r j e n i g e n d e s b o r e a l e n B e r e i c h s u n d d e r T e t h y s. Die Vorstellung, das Rhät sei die Küstenfazies des Lias-Meeres, ist zu korrigieren.

Für den Psilonotenkalk südwestlich Stuttgarts (ausgenommen zwei kleine Sonderbereiche mit völliger Umlagerung bei Balingen und Tübingen) wird also erstmals bewiesen, daß tatsächlich ein Leithorizont vorliegt, der sich durch eine bestimmte Abfolge von Leitammoniten chronologisch einheitlich gliedern läßt. Er enthält weder Leitfossilien verschiedenen Alters im Sinne VOLLRATHs, noch zieht er "schräg durch das Zonenprofil", wie ALDINGER (1953, S.230) vermutete. Veränderungen in Randbereichen wie dem Donau-Rhein-Zug

sind echte Schichtlücken an der Lias-Basis. Darauf sei im Folgenden eingegangen.

Die Zone A ist bis an die Donau nachgewiesen (Abb.24). Weiter südlich beginnt der Lias mit Zone B, soweit Ps.johnstoni in basalen Kalken und Mergeln nachgewiesen werden konnte. Unsicherheit herrscht in den Profilen, die über dem Keuper mit Liaston beginnen und keine Ammoniten geliefert haben. Das gilt vor allem für die mächtigen Wutach-Profile 121 und 122, deren unterste Schichtglieder der Zone A bei Pfohren entsprechen könnten. Es gibt bislang keinen zwingenden Beweis für die vorgenommene Einstufung.

Über die Zone C ist im Donau-Rhein-Zug wenig Genaues bekannt, da ihr Leitammonit nicht sicher nachgewiesen ist. Zumindest die oberen Kalkbänke der Profile 121 und 122 sowie bei Pfohren dürften hierher gehören.

Die Schiefertone der planorbis-Zone nördlich der Donau sind unbedingt von denjenigen der johnstoni-Zone südlich der Donau zu unterscheiden. Auf ihrer Gleichsetzung beruhte ein weiterer Irrtum VOLLRATHs, worauf hier kurz eingegangen sei.

Nach VOLLRATH(1924) wäre die südliche Fortsetzung des Psilonotenkalks (Abschnitte 1-5 der Profile in Abb.23) nur im Abschnitt 1 der Profile 117 und 118 (Abb.24) zu suchen. Im Donau-Rhein-Zug sollten wieder festere Kalke (= unterste Bänke bei Behla und Hallau) auftreten. Die Schiefertone der von uns unterschiedenen Zonen A und B sah VOLLRATH als Äquivalente der Tone über dem Psilonotenkalk Württembergs an. Daher galten für ihn die Abschnitte 3-6 der Profile 117 und 118 sowie alle Kalkbänke über dem Schieferton der jetzigen johnstoni-Zone im Donau-Rhein-Zug als Fortsetzung der württembergischen Oolithenbank, der Basis des L.alpha 2.

Diese Auffassung konnte widerlegt werden, da der Schieferton unter dem Psilonotenkalk in der südlichen Baar lediglich eine andere Fazies in der württembergischen planorbis-Zone ist. Entsprechend verhält es sich mit den Tonen der johnstoni-Zone südlich der Donau.

Die letztgenannten Tone keilen südlich Hallau aus, bevor auch der darüber liegende Psilonotenkalk bei Wutöschingen verschwindet.

Damit ist gezeigt, daß die als Insektenmergel bezeichneten Tone bei Rietheim (Hochrhein) jünger als der Psilonotenkalk sind. Da lithologisch Ähnlichkeit zwischen den Tonen der johnstoni-Zone im Donau-Rhein-Zug und den Insektenmergeln des östlichen Schweizer Jura besteht (s.S.64), liegt die Vermutung nahe, daß unter "Insektenmergel" in der gegenwärtigen Fassung zweierlei Schiefertone ver-

standen werden, die chronologisch nichts miteinander zu tun haben. Wie sich die Schiefertone aus der Schambelen bei Brugg zu den Schiefertonen bei Rietheim verhalten, bleibt offen. Nach einer Revision von HEERs Ammoniten aus der Schambelen durch TRÜMPY(1959, S.443) sind dort die Psilonoten-Zonen B und C durch Ps.(Curv.)aff. subangulare und Ps.(Disc.)aff.megastoma belegt.

Wahrscheinlich hat auch zur johnstoni- und megastoma-Zeit noch keine unmittelbare Meeresverbindung vom Klettgau in den Schweizer Jura bestanden. Beide Gebiete dürften vielmehr an der buchtenreichen Westküste der Meeresstraße von Württemberg über das Allgäu nach dem mediterranen Raum gelegen haben (DORN 1958).

V. Rhät-Lias-Grenze

Rhät und Psilonotenkalk erscheinen nach den bisherigen Ausführungen scharf getrennt sowie faziell und chronologisch in sich geschlossen. Es gibt jedoch in der Ausbildung des Grenzbereichs einige Merkmale, die das Ausmaß gegenseitiger Beeinflussung aufzeigen, aber auch abgrenzen lassen.

Sowohl die Verbreitung basaler Schieferlagen des Psilonotenkalks als auch Zerlegung der ältesten Kalkbank in Knollen zeigen gewisse Abhängigkeit vom Liegenden. Es gibt kaum ein Psilonotenkalk-Profil, das über Rhätsandstein eine gleichmäßige Basisbank aufweist wie etwa Profil 90 am Tromeshorn. Vielmehr befinden sich die Bereiche mit ungestörter Kalksedimentation über Knollenmergel (Rotenzimmern, Trossingen). Laibsteinbildung ist über rhätischen Sedimenten verbreitet und am ausgeprägtesten dort, wo Oberrhät fehlt.

Ebenso verhält sich die basale Schieferlage. Sie ist bis auf wenige Stellen überall vorhanden. Wo sie fehlt, liegt der Lias auf Rhätsandstein. Dann erscheint der unterste Kalkstein sandig. An Lokalitäten mit starker Aufarbeitung (Ostdorf, Pfrondorf) findet man Grobkalk ebenfalls unvermittelt auf mächtigem Rhätsandstein.

Bis auf die beiden letzten Beispiele bleibt die normale lithologische Abfolge der Profile erhalten. Nur in der Begrenzung der Kalkbänke sind Störungen bis in mittlere Profilbereiche bemerkbar (vergl. Profile 85 und 89). Da die Mächtigkeitsschwankungen im Psilonotenkalk regional gesehen von geringer Bedeutung sind, kommen als Ursachen für die unregelmäßige Bankung nicht Sedimentmangel, sondern Meeresströmungen in Betracht. Nach der allgemeinen feinkörnigen Ausbildung der älteren Kalke zu urteilen, war die Ingression des Lias-

Meeres nach Ablagerung der ersten schiefrigen Lage soweit abgeschlossen, daß Wasserberuhigung eintreten konnte. Es gilt also, nach Ursachen für örtlich belebtere Wasserbewegungen zu suchen.

Episodische Ereignisse wie Stürme beeinflussen den Boden von Flachmeeren beträchtlich (Nordsee!). Die zu erklärenden Erscheinungen im Psilonotenkalk sind jedoch in größeren Zeitabschnitten entstanden und vor allem räumlich zu sehr eingeengt.

Der Untergrund selbst muß eingewirkt haben. Ich erinnere an die ausführlich erörterte Lagerungsform des Rhätsandsteins mit erhöht gelegenen Zentralgebieten (Rücken). Hier könnte Querschnittsverringerung die Wassergeschwindigkeit erhöht haben. Es kam zu flachgründiger Aufarbeitung von Sandmaterial, wobei der gleichmäßige Kalkabsatz gestört war. Da sich diese Unruhe der Sedimentation durch mehrere Bänke bemerkbar machen kann, pausten sich die Sandrücken als Strömungshindernis eine Zeit lang gleichsam nach oben durch. Erst gegen Ende der Bildungszeit des Psilonotenkalks kann die allgemein stärkere Wasserbewegung, die aus der Fazies ersichtlich ist, reliefausgleichend gewirkt haben.

Auf ähnliche Weise sind die Wellendinger Psilonotenkalk-Profile mit ihren auffälligen Abweichungen vom Normalschema dieses Gebietes zu erklären. Südlich Zepfenhan setzt sich gleichmäßige Ausbildung der Kalksteinbänke über ein größeres Gebiet durch. Nur in unmittelbarer Nähe des Wellendinger Rhäts fallen Bänke aus und treten fazielle Änderungen kleinen Stils auf. Insgesamt bleibt auch hier das allgemeine Sedimentationsschema stets gewahrt, so daß die Profile vollständig sind. Ebenso läßt Profil 109 bei Aldingen auf nahen Rhätsandstein in südlicher Richtung schließen.

Die tiefgreifende Aufarbeitung an der Eyach und im südlichen Schönbuch setzt offenbar ähnlich exponierte Sandgebiete voraus. Es könnte sich hier um Kulminationen der Sandsteinrücken handeln. Aus welcher Zeit die rinnen- oder trichterförmigen Eintiefungen in der Sandsteinoberfläche stammen, ist unbekannt. Ihre endgültige Einsedimentierung, frühestens zur johnstoni-Zeit, erfolgte teilweise mit bereits zur planorbis-Zeit entstandenem Material. Der Kalkdetritus dürfte aus angrenzenden Bereichen stammen, denn die Transportfähigkeit von Schill ist beschränkt (SCHÄFER 1962). Die Strömungen verhinderten währenddessen autochthone Sedimentation. Durch die Abtragung benachbarter vollständiger Psilonotenkalk-Profile von oben nach unten und Umlagerung etwa auf bloßliegenden Sandstein, könnte eine vollständige, aber inverse Abfolge der Zonenammoniten auf sekundärer Lagerstätte entstehen, worauf mich Herr Professor

Dr.HÖLDER hinwies. Weniger vollständige Inversionen in der Ammoniten-Abfolge sind durch entsprechende Teilvorgänge zu erklären.

Die Ammoniten der Zonen A und B liegen in den Profilen 15 und 36 auch über Rhätton, jedoch in nächster Nähe großer Sandsteingebiete, infolge Umlagerung gemischt. Es kann sich dabei um später wieder aufgefüllte Herkunftsgebiete des Materials für die erste Schüttung detritogener Kalke über die Sandsteinrücken handeln. Insofern bleibt unentschieden, wo im einzelnen der umgelagerte Psilonotenkalk (Eyach, südlicher Schönbuch) bereits die zweite Sedimentdecke darstellt, nachdem die erste aus der planorbis-Zeit restlos beseitigt wurde, und wo es sich überhaupt um die erste Bedekkung handelt. Die Entscheidung dieser Frage ist für den Gesamtablauf der ältesten Lias-Sedimentation ohne Gewicht, da die beiden Gebiete kaum die Größe von 1 qkm erreichen.

Diese Umlagerungsvorgänge bieten ausreichende Erklärungen für petrographische "Unschärfen" an der Rhät-Lias-Grenze. Die sandige Komponente des Kalksteins dürfte den Rhätsandstein-Gebieten entstammen, in denen Oberrhät-Ton den Kontakt nicht verhinderte. Eine vor allem am Kleinen Heuberg beobachtete mürbe, tonige Sandlage zwischen dem Oberrhät und der Lias-Basis zeugt von ausgedehnter, mengenmäßig jedoch geringfügiger Horizontalverfrachtung psammitischen Materials bei der Lias-Ingression. Häufige Braunfärbung dieser"Mulmlage" unter der basalen schiefrigen Schicht ist auf zersetzten Pyrit zurückzuführen. In frischen Aufschlüssen fehlt die Farbänderung.

D i e B o n e b e d s sind stratigraphisch nicht anders zu bewerten als einzelne Fossilfunde. Die Existenz eines Vertebraten-Zähnchens schließt die Möglichkeit massenhafter Anreicherung durch Sortierungsvorgänge bereits ein (s.S.17). Es wäre nach allem, was über Aufarbeitung an der Rhät-Lias-Grenze bekannt ist, geradezu verwunderlich, wenn im Psilonotenkalk keine rhätischen Fossilreste vorkämen. Die ersten Funde dieser Art beschrieb schon ROLLE(1858). Problematischer und weittragender sind Psilonoten innerhalb typischen Rhätsandsteins (E.v.HUENE,S.86). Dabei ist belanglos, daß die Ammonitenfragmente in einem Bonebed lagen. Sie sind aufgrund ihrer Anwesenheit im Rhät zumindest in höheren Sandsteinpartien zu erwarten, auch wenn keine weiteren Fossilreste auftreten.

Es wurden bereits weitere Ammoniten aus dem schwäbischen Rhät beschrieben (POMPECKJ 1895 nach QUENSTEDT, BRÄUHÄUSER 1916). Sie sind durchweg wie die Pfrondorfer Psilonoten auf und oberflächlich im Rhätsandstein zu erklären. Die Sandsteinoberfläche be-

sitzt handflache Mulden, worin verschwemmte Ammoniten-Steinkerne zur Ruhe kamen. Schon der geringste erosive Abrieb benachbarten Sandsteins deckt sie ein. Tiefere Einbettung erklärt sich durch Rinnen in der Sandsteinoberfläche und durch flache Erosionstrichter (vergl. Profile 28 und 32), die bei Änderung der Strömungsrichtung mit reinem Rhätsandstein von ihren Böschungen gefüllt werden können.

Eine wichtige Voraussetzung muß in solchen Fällen im Gelände unbedingt erfüllt sein: Über der Fundstelle eines Psiloceras in Rhätsandstein dürfen keine Fossilien oder primär gebildeten Sedimente der planorbis-Zone vorkommen. Stattdessen muß Schichtausfall oder Aufarbeitung im Psilonotenkalk darauf hinweisen, daß Umlagerung von rhätischen Sanden durch das Lias-Meer bis über die Zeit des Ps.planorbis anhielt oder zumindest hineinreichte.

E.v.HUENE beutete bei Degerloch und Waldhausen Bonebeds unter maximal 50 cm Rhätsandstein aus. Eine entsprechende Menge Sand kann kurzfristig durch Strömungen verlagert werden. Bei Waldhausen machte sich wahrscheinlich der Einfluß von Umlagerung über dem Pfrondorfer Rhätsandstein bemerkbar, d.h. hier werden die oben gestellten Bedingungen im Psilonotenkalk erfüllt sein (vergl. WETZELs "peripheres" Gebiet bei Pfrondorf und Waldhausen mit aufgearbeiteten Psilonoten). Es handelt sich stets um litorale Umlagerungsvorgänge beim Vordringen des Lias-Meeres. Insofern stellt Rhätsandstein tatsächlich eine Küstenfazies dar. Das Material ist jedoch älter.

A u f a r b e i t u n g v o n K n o l l e n m e r g e l hat an verschiedenen Orten des Untersuchungsgebietes stattgefunden, am stärksten im Donau-Rhein-Zug. Hier herrschte zur Rhät- und planorbis-Zeit Abtragung und Umlagerung. Vor allem im Kanton Schaffhausen wurden inzwischen Breccien, ähnlich der bekannten Hallauer, in weiterer Verbreitung gefunden. Nach den Untersuchungen von PEYER (1943) könnten hier die lockeren Mergel unmittelbar unter den Gesteinen der johnstoni-Zone als Umlagerungsprodukt aus der planorbis-Zeit angesehen werden. PEYER betont zumindest für ihren oberen Teil (= Schicht "100" in Profil 123 und Schichten "200 und 120" in Profil 124), daß liassische Fossilien neben rhätischen vorkommen. Ob das harte Konglomerat darunter (z.T. Schicht "120" in Profil 124 und Schicht "10" in Profil 123) als Rhät gelten kann, ist unsicher, weil nie typische Rhätfossilien daraus geborgen wurden, was durch die extreme Gesteinshärte bedingt sein dürfte. Vertebratenreste kommen jedenfalls in größerer Menge als im Knollenmergel vor.

Abgesehen von den Rhät- und Lias-Fossilien handelt es sich bei der Unterlage des Lias im Donau-Rhein-Zug durchwegs um Sedimentmaterial und Fossilien der Knollenmergel-Zeit. Sie wurden später wiederholt aufgearbeitet und mit den jeweils zeitgemäßen Fossilien vermengt wieder abgesetzt. Im gleichen Sinn äußerten sich SCHALCH(1920) und RÜGER(1924). Die Knollenmergel-Sedimentation muß demnach mit Beginn der Rhät-Zeit zumindest innerhalb des Untersuchungsgebietes beendet gewesen sein. Im Hinblick auf die erwiesene chronologische Selbständigkeit des Psilonotenkalks deutet dieser Befund an, daß Rhät und Knollenmergel ebenfalls in sich zeitgleiche Bildungen darstellen. Aus faunistischen und paläogeographischen Überlegungen folgerte bereits PEYER(1943,S.313) gleiche Bildungszeiten der Bonebeds von Niederschöntal (Basel), von Hallau und Täbingen (Kleiner Heuberg). In Erweiterung des bisher gebräuchlichen stratigraphischen Begriffs ist die Bezeichnung "Rhätolias" für Hallau gerechtfertigt.

Im Schlichemtal führen konglomeratische Lagen mit Bonebed-Komponenten an der Rhät-Lias-Grenze zahlreiche Steinmergelgerölle gleicher Beschaffenheit wie die namengebenden Knollen des Km_5. Nur bei Hechingen (Pr.39) ist der Verbleib des aufgearbeiteten Knollenmergels bekannt, da Lias-Kalk davon verschüttet wurde. Da die Mergel darunter und darüber gleichartig aussehen, ist mit ähnlichen Umlagerungen auch anderorts zu rechnen, ohne erkennbar zu sein.

Weitere Gebiete mit sicherer Knollenmergel-Erosion liegen südlich Rotenzimmern (Kleiner Heuberg). Gelbe Mergelsprenkel in Unterrhättonen bei Binsdorf spielen demgegenüber keine Rolle. Aufarbeitung von Knollenmergel scheint hauptsächlich an die rhätfreien Gebiete gebunden zu sein. Aus der stets nur geringfügigen Abtragung ist auf ein sehr flaches Knollenmergelrelief zu schließen.

In Südwestwürttemberg ebnet die Erosion des eindringenden Lias-Meeres sowohl über Knollenmergel wie über Rhätsandstein offensichtlich alle Erhebungen ein, die höher als der graue Rhätton liegen. Vermutlich ist der Wasserspiegel zur Rhät-Zeit nie tiefer gesunken als zur Ablagerung dieser Oberrhät-Tone erforderlich war. Als die bis dahin vorhandene Schranke zwischen den oberrhätischen Lagunen und dem offenen Meer fiel, verzalzte das Brackwasser unter raschem Meerwasserzustrom, und die Sedimentation begann mit der unteren schiefrigen Lage des Psilonotenkalks.

VI. Zusammenfassung

R h ä t : Die Kartierung des Rhätsandsteins am Kleinen Heuberg ergibt vier Abschnitte. Überall überwiegt O-W-Richtung in der größten Ausdehnung. Eine Profilserie bei Binsdorf zeigt eindeutigen Fazieswechsel vom Sandstein zu schwarzem, sandigem Ton mit Rhaetavicula contorta. Diese Tone sind wesentlich geringermächtig als der Sandstein. Sie stellen dessen Randfazies dar. In den Binsdorfer Profilen wird weiterhin eine ausgedehnte, gleichmäßige Linse hellgrauen Rhättons erfaßt. Ihr Maximum liegt genau über dem Minimum des schwarzen, sandsteinvertretenden Tons, während sie in Richtung zentraler Sandsteingebiete auskeilt.

Allgemeine Sedimentations- und Lagerungsgesetze des grauen Rhättons lassen auf die primäre Form der Rhätsandsteinkörper schließen. Ihre randwärts geneigten Oberflächen müssen schon während der Sedimentation entstanden sein. Daraus folgt, daß die heutige Sandsteinverbreitung der ursprünglichen im Wesentlichen unverändert entspricht. Letzteres gilt ebenso für den grauen Rhätton, der den Sandstein nie völlig bedeckt hat. Aus Rekonstruktionen des Sedimentations-Ablaufs folgt, daß zur Ablagerungszeit des Rhättons zentrale und geringfügig exponierte Sandsteingebiete ohne Wasserbedeckung waren.

Eine Deutung der sandigen Rhätsedimente wäre verfrüht. Zahlreiche Einzelheiten sprechen zwar für ein fossiles Watt, doch fehlen andererseits wichtige Kennzeichen dafür. Ebenso fehlen typische Delta-Merkmale.

Im Anschluß an WILL(1953) ist eine stratigraphische Zuordnung des marinen Sandsteins sowie stellvertretenden Tons mit Rhaetavicula contorta ins Unterrhät und des als lagunär angesehenen grauen Tons ins Oberrhät möglich. Das Rhät ist demnach in SW-Deutschland mit beiden Unterstufen vertreten.

P s i l o n o t e n k a l k : Fast 400 horizontiert entnommene Ammoniten geben Aufschluß über die zahlenmäßige Verteilung von Psiloceras. Besondere Berücksichtigung finden Ps.(Curviceras)subangulare(OPPEL) und Ps.(Discamphiceras)megastoma(GÜMBEL), die in weiter Verbreitung nachgewiesen werden.

Bei der stratigraphischen Auswertung aller Psilonotenkalk-Profile stellt sich eine allgemein gültige Gliederung heraus. Von örtlichen Abweichungen abgesehen, weisen nur zwei begrenzte Gebiete bei Balingen und Tübingen tiefgreifende Veränderung durch Umlage-

rung auf. Sonst wurde überall zuerst dichtes bis feinkörniges Gestein abgesetzt, bis nach allmählichem Übergang in den höheren Profilteilen extreme Kornvergröberung eintritt. Die Psilonoten halten stets eine bestimmte vertikale Abfolge im Kalkstein ein. Abweichungen, auch nach Darstellungen in der älteren Literatur, sind gemäß der Fossilerhaltung eindeutig durch Aufarbeitung entstanden.

Chronologisch lassen sich drei Ammonitenzonen im Psilonotenkalk abgrenzen: Zone A mit Ps.planorbis, Zone B mit Ps.(Cal.) johnstoni und Zone C mit Ps.(Disc.)cf.megastoma. Ein Vergleich mit den alpinen und norddeutschen Zonen des untersten Lias zeigt, daß die Basis aller drei Gebiete eine isochrone Bildung ist. Es gibt also keine fazielle Verknüpfung mit dem Liegenden im Sinne VOLLRATHs und FRANKs.

R h ä t - L i a s - G r e n z e : Die mannigfachen Wechselwirkungen zwischen Keuper und Lias sind auf die Rhätsandstein- und in bescheidenerem Ausmaß auf die Knollenmergel-Gebiete beschränkt. Im ersteren Fall macht sich der Einfluß der Sandsteinkörper geltend: Ihre exponierten Zentralgebiete störten die sonst ruhige Sedimentation, indem sie als Strömungshindernisse wirkten. Auch Umlagerungserscheinungen an der Rhät-Lias-Grenze gehören hierher, wobei rhätischer Sand sogar noch zur frühen Lias-Zeit über Psilonoten-Fragmente geschwemmt werden konnte.

Aufbereitete Keupersedimente im Donau-Rhein-Zug sind als Bildungen aus der Rhät- und planorbis-Zeit aufzufassen (Rhätolias).

L i t e r a t u r v e r z e i c h n i s

v.ALBERTI,F.: Beitrag zu einer Monographie des bunten Sandsteins, Muschelkalks und Keupers und die Verbindung dieser Gebilde zu einer Formation.- Stuttgart und Tübingen 1834.

ALDINGER,H.: Über Aufarbeitungsvorgänge im Lias alpha Württembergs und die Leitfossilfrage.- Cbl.Mineral.Abt.B, Stuttgart 1933.

-,-: Die Herkunft der sandigen Ablagerungen im schwäbischen Lias und Dogger.- Neues Jb.Geol.Paläontol., Abh., 97, Stuttgart 1953.

-,-: Eisenoolithbildung und rhythmische Schichtung im süddeutschen Jura.- Geol.Jb., 74, Hannover 1957.

BLIND,W.: Die Ammoniten des Lias alpha aus Schwaben, vom Fonsjoch und Breitenberg (Alpen) und ihre Entwicklung.- Palaeontographica, 121 A, Stuttgart 1963.

BÖHM,E.: Zur Kenntnis der Rhätliasgrenzschichten der Tübinger Gegend.- Jb.Mitt.oberrh.geol.Ver., NF.22, Stuttgart 1933.

BRANDLIN,E.: Zur Geologie des nördlichen Aargauer Tafeljura.- Verh.Naturf.Ges. in Basel, 31, Basel 1920.

BRÄUHÄUSER,M.: Beiträge zur Kenntnis des Rhätsandsteins im Schönbuch zwischen Stuttgart und Tübingen.- Jb.Mitt.oberrh.geol. Ver., NF.6, Stuttgart 1906.

BUCK,E.: Beiträge über die Grenzschichten Rhät-Lias in Württemberg nach dem Mikrobefund.- Neues Jb.Geol.Paläontol., Abh., 97, Stuttgart 1953.

COX,L.R.: New Genera and Subgenera of Mesozoic Bivalvia.- Palaeontology V.4, Part 4, London 1962.

DORN,P.: Problematik des Vindelicischen Landes.- Geologie, 7, Berlin 1958.

EHRAT,H.: Die Rhätformation und die Rhät-Liasgrenze in Schwaben. Diss. Tübingen 1920.

EINSELE,G. & MOSEBACH,R.: Zur Petrographie, Fossilerhaltung und Entstehung der Gesteine des Posidonienschiefers im Schwäbischen Jura.- Neues Jb.Geol.Paläontol., Abh., 101, Stuttgart 1955.

EINSELE,G. & SEIBOLD: Die geologische Kartierung der Rohrgräben beim Bau der Bodensee-Fernwasserversorgung.- Jh.geol.L.-A., Baden-Württemb., 4, Freiburg/Br. 1961.

ENGEL,Th.: Zwei wieder eröffnete Fundplätze für die Grenzschichten der schwäbischen Trias-Lias-Formation.- Jh.Ver.vaterl.Naturk. Württemberg, 56, Stuttgart 1900.

ENGEL,Th.: Geognostischer Wegweiser durch Württemberg. 3. Aufl., Stuttgart 1908.

ERNI,A.: Das Rhät im Schweizer Jura.- Ecl.geol.helv.,11,Basel 1910.

FINCKH,A.: Die Horizonte von Psiloceras subangulare OPPEL und Ps. hagenowi DUNKER im unteren Lias von Stuttgart.- Jh.Ver.vaterl. Naturk.Württemberg, 60, Stuttgart 1910.

FISCHER,H.: Beiträge zur Geologie von Rottweils Umgebung.- Wissenschaftliche Beilage zum Jahresbericht des k.Gymnasiums Rottweil 1912.

FRANK,M.: Beiträge zur Stratigraphie und Paläogeographie des Lias alpha in Süddeutschland.- Mitt.geol.Abt.statist.württ.L.-A. 13, Stuttgart 1930.

-,-: Erläuterungen zur geologischen Spezialkarte von Württemberg, Blatt Stuttgart-SW, Stuttgart 1932.

GENSER,H.: Stratigraphie und Tektonik der Vorbergzone am südwestlichen Schwarzwaldrand zwischen Staufen und Badenweiler.- Ber.naturf.Ges.Freiburg i.Br., 49, Freiburg 1959.

-,-: Ausbildung und Verbreitung des Rhäts am Südostrand des Oberrheingrabens.- Neues Jb.Geol.Paläontol., Mh., Stuttgart 1962.

GRIPP,K.: Das Watt. Begriff, Begrenzung und fossile Vorkommen.- Senckenbergiana Lethaea, 37, Frankfurt a.M. 1956.

HAAG,F.: Zur Geologie von Rottweils Umgebung.- Programm des k.Gymnasiums Rottweil 1897.

HEER,O.: Die Urwelt der Schweiz. Zürich 1865.

HENNIG,E.: Geologie von Württemberg. Berlin 1923.

HERLIKOFER,R.: Lias alpha im Schurwald. Diss.(maschinenschr.) Tübingen 1926.

HÖLDER,H.: Ein Austernfund im schwäbischen Rhät.- Neues Jb.Geol. Paläontol., Mh., Stuttgart 1953.

HOFFMANN,K.: Über die Keuper-Liasgrenze bei Mundelfingen (Südbaden). Verh.Naturwiss.Ver.Karlsruhe, 31, Karlsruhe 1927.

HOLLAND,H.: Über alpine Formenreihen von Psiloceras in Schwaben.- Jh.Ver.vaterl.Naturk.Württemberg, 56, Stuttgart 1900.

HOLLMANN,R.: Hochflächen- und Gehängelösse nordöstlich Tübingen, Anhang: Neue Lias-alpha-Profile Mittelwürttembergs. Diplomarbeit (maschinenschr.) Geol.Inst.Tübingen 1961.

HORNUNG,H.: Stratigraphische, chemische und sedimentpetrographische Untersuchungen über die Entstehung der Trias-Juragrenzschichten im mittleren und östlichen Württemberg. Diss. Stuttgart 1931.

v.HUENE,F.: Zur Kenntnis des Württembergischen Rhätbonebeds, mit Zahnfunden neuer Säuger und säugerähnlicher Reptilien.- Jh.Ver.vaterl.Naturk.Württemberg, 89, Stuttgart 1933.

ISSLER,A.: Beiträge zur Kenntnis der Stratigraphie und Mikrofauna des Lias in Schwaben.- Palaeontographica, 55, Stuttgart 1908.

JÜNGST,H.: Zur vergleichenden Stratigraphie des Rhät zwischen Harz und Elsaß. Habilitationsschrift. Darmstadt 1929.

KESSLER,P.: Einige Erscheinungen an schwäbischen Rhät- und Jurasandsteinen.- Jh.Ver.vaterl.Naturk.Württemberg, 76, Stuttgart 1920.

KRUMM,H.: Mineralbestand und Genese fränkischer Keuper- und Lias-Tone.- Geol.Rdsch., 51, Stuttgart 1961.

LANGE,W.: Die Ammonitenfauna der Psiloceras-Stufe Norddeutschlands.- Palaeontographica, 93, Stuttgart 1941.(Hier weitere Literatur.)

LEMCKE & WAGNER: Zur Kenntnis des vortertiären Untergrundes im Bodenseegebiet.- Bull.Ver.Schweizer.Petrol.-Geol.u.Ing., 27, Basel 1961.

LÖRCHER,O.: Beitrag zur Kenntnis des Rhäts in Schwaben.- Jh.Ver. vaterl.Naturk.Württemberg, 58, Stuttgart 1902.

MÜLLER,H.: Der tektonische Bau der Umgebung von Hechingen.- Jahrb. Preuß.Geol.L.-A., II, Berlin 1915.

OPPEL,A.: Palaeontologische Mitteilungen aus dem Museum des Kgl. bayr. Staates. Stuttgart 1862.

v.PAULUS: Begleitworte zur geognostischen Spezialkarte von Württemberg. Atlasblatt Horb. Stuttgart 1875.

PEYER,B.: Beiträge zur Kenntnis von Rhät und Lias.- Ecl.geol.helv. 36, Basel 1943.

-,-: Über Zähne von Haramiyden, von Triconodonten und wahrscheinlich synapsiden Reptilien aus dem Rhät von Hallau Kt. Schaffhausen, Schweiz.- Schweiz.Palaeont.Abh., 72, Basel 1956.

PFEFFER,E.: Beiträge zur Petrographie der schwäbischen Rhät- und Liassandsteine. Diss.(maschinenschr.) Stuttgart 1941.

POMPECKJ,F.: Beiträge zu einer Revision der Ammoniten des schwäbischen Jura.- Jh.Ver.vaterl.Naturk.Württemberg, 49,Stuttgart 1893.

-,-: Ammoniten des Rhäts.- N.Jb.Min.Geol.Paläont. 1895.

PRATJE,O.: Die Juratransgression im Bereich von Schwarzwald und Vogesen. Frankfurt 1924.

QUENSTEDT,F.A.: Der Jura. Tübingen 1858.

-,-: Begleitworte zur geognostischen Spezialkarte von Württemberg. Atlasblatt Ebingen-Balingen. Stuttgart 1877.

-,-: Die Ammoniten des Schwäbischen Jura. Stuttgart 1883-1885.

ROLL,A.: Erosionserscheinungen an der Keuper-Liasgrenze bei Tübingen.- Jb.Mitt.oberrh.geol.Ver., NF.22, Stuttgart 1933.

HOLLE,F.: Über einige an der Grenze von Keuper und Lias in Schwaben auftretende Versteinerungen.- Sitzungsber.Akad.d.Wiss.Wien, Math.-Naturw.Kl., 26, Wien 1857.

HÜCKLIN,H.: Die Grenzschichten Buntsandstein/Muschelkalk im Saarland - ein fossiles Watt.- Jb.Mitt.oberrh.geol.Ver., 35, Stuttgart 1953.

HÜGER,L.: Die Rhät-Lias-alpha-Ablagerungen der Langenbrückener Senke. Diss. Heidelberg 1922.

-,-: Versuch einer Paläogeographie der süddeutschen Länder an der Trias-Jura-Wende. Habilitationsschrift. Heidelberg 1924.

SCHÄFER,W.: Aktuo-Paläontologie nach Studien in der Nordsee. Frankfurt a.M. 1962.

SCHALCH,F. & PEYER,B.: Über ein neues Rhätvorkommen im Keuper des Donau-Rheinzuges.- Mitt.Bad.geol.L.-A., 8, Heidelberg 1920. (Hier weitere Literatur.)

SCHINDEWOLF,O.H.: Grundfragen der Palaeontologie. Stuttgart 1950.

SCHMIDT,M.: Erläuterungen zur geologischen Spezialkarte von Württemberg, Blatt Geislingen a.R.. Stuttgart 1922.

-,-: Das Liasprofil von Pfohren bei Donaueschingen.- Cbl.Mineral. Abt.B, Stuttgart 1924.

SCRUTON,P.C.: Delta Building and the deltaic Sequence. Am.Assoc. Petrol.Geol., Tulsa Oklahoma 1960.

SEILACHER,A.: An-aktualistisches Wattenmeer?- Paläont.Z., 31, Stuttgart 1957.

SHEPARD,F.P.: Mississipi Delta. Am.Assoc.Petrol.Geol., Tulsa Oklahoma 1960.

STEMMER,J.: Geologische Untersuchungen im südwestlichen Schönbuch. Diss.(maschinenschr.) Tübingen 1924.

TRÜMPY,R.: Hypothesen über die Ausbildung von Trias, Lias und Dogger im Untergrund des schweizerischen Molassebeckens.- Ecl.geol.helv., 52, Basel 1959.

USBECK,I.: Zur Kenntnis von Mikrofauna und Stratigraphie im unteren Lias alpha Schwabens.- Neues Jb.Geol.Paläontol., Abh., 95, Stuttgart 1952.

VOGEL,K.: Cardinien (Lamellibr.) im Rhät.- Jb.Mitt.oberrh.geol.Ver. NF.43, Stuttgart 1961.

VOLLRATH,P.: Die Transgression des Jurameeres zwischen Schwäbischer Alb und Schweizer Jura.- Cbl.Mineral. Abt.B, Stuttgart 1924.

-,-: Lias alpha im oberen Neckar-Donau-Gebiet.- Cbl.Mineral.Abt.B, Stuttgart 1924.

WAHNER,F.: Beiträge zur Kenntnis der tieferen Zonen des unteren Lias in den nordöstlichen Alpen.- Beitr.z.Geol.u.Palaeontol. Österr.-Ung., 2-9, Wien 1882-1886.

WAGNER,G.: Einführung in die Erd- und Landschaftsgeschichte unter besonderer Berücksichtigung Süddeutschlands. 3. Aufl. Öhringen 1960.

WAIDELICH: Einiges über die Keuper-Liasgrenze in der Balinger Gegend.- Jh.Ver.vaterl.Naturk.Württemberg, 57, Stuttgart 1901.

WALLISER,O.H.: Stratigraphie des Lias alpha 3 zwischen Fildern und Klettgau (Arietenschichten, SW-Deutschland).- Neues Jb.Geol. Paläontol., Abh., 103, Stuttgart 1956.

WETZEL,R.: Grenzprobleme zwischen Geologie und Paläontologie.- Verh.phys.-med.Ges.Würzburg, NF.54, Würzburg 1929.

-,-: "Leitfossil gegen Leithorizont" und die mittelwürttembergische Psilonotenbank.- Neues Jb.Min.Geol.Paläontol., B, 67, Stuttgart 1932.

WILL,H.J.: Paläontologische Untersuchungen zur Stratigraphie des Oberkeupers in Nordwestdeutschland. Diss.(maschinenschr.) Tübingen 1953.

WÜRTENBERGER,L.: Die Schichtenfolge des schwarzen und braunen Jura im Klettgau. 1867.

Koordinaten der Profile:

Profil-Nr.	Rechtswert/Hochwert		Meßtischblatt 1:25000	
1	3505 820	5400 240	Stuttgart-SW	7220
2	06 420	00 360	-	
4	09 340	01 520	-	
5	11 150	00 500	-	
6	19 000	5399 650	Stuttgart-SO	7221
7	12 700	92 300	Neuhausen	7321
9	25 440	88 220	Kirchheim	7322
10a	08 520	92 110	Böblingen	7320
11	01 310	90 430	-	
12	04 580	85 240	-	
13	06 050	83 960	Tübingen	7420
14a	02 790	85 600	Böblingen	7320
15	05 500	83 020	Tübingen	7420
17	06 520	83 270	-	
18	07 840	83 500	-	
20	09 190	82 670	-	
21	10 090	82 590	-	
23	10 180	82 570	-	
29	10 340	78 540	-	
30	09 450	78 820	-	
32	07 380	78 000	-	
33	08 460	76 760	-	
34	06 110	79 190	-	
35	04 350	77 530	-	
36	02 440	78 010	-	
37	03 260	79 830	-	
38	03 540	81 150	-	
39	3496 620	58 570	Hechingen	7619
40	91 600	52 780	-	
41	90 000	51 970	-	
44	89 700	51 970	-	
45	89 590	51 720	-	
52	89 230	53 350	-	
53	83 860	53 010	Haigerloch	7618
54	77 730	55 310	-	
55	78 990	55 100	-	
57	78 760	51 580	-	
58	78 480	50 220	Geislingen a.R.	7718
59	79 400	50 000	-	
60	79 000	49 340	-	
61	79 310	49 220	-	
62	80 050	48 780	-	
64	80 410	49 000	-	
66	81 420	49 090	-	
67	81 690	49 120	-	
69	82 530	49 310	-	
70	82 390	50 480	-	
71	82 240	51 030	-	
72	82 000	51 510	-	
73	81 800	51 870	Haigerloch	7618

Profil-Nr.	Rechtswert/Hochwert		Meßtischblatt 1:25000	
74	3476 700	5346 800	Geislingen a.R.	7718
76	77 490	46 670	-	
77	77 030	45 330	-	
78	76 270	45 460	-	
79	79 000	45 520	-	
80	79 580	46 660	-	
81	79 490	46 550	-	
83	80 090	45 650	-	
85	80 320	45 560	-	
86	80 150	45 070	-	
87	78 540	43 420	-	
88	79 190	42 920	-	
89	79 000	41 930	-	
92	79 120	40 850	-	
93	78 460	40 800	-	
94	78 300	41 800	-	
95	78 640	42 220	-	
96	78 730	42 610	-	
97	78 390	42 830	-	
99	76 000	42 040	-	
100	76 700	41 700	-	
101	78 110	39 410	Wehingen	7818
102	75 500	35 100	-	
103	75 870	34 820	-	
104	76 530	34 760	-	
105	76 310	33 400	-	
106	77 500	33 060	-	
107	78 010	33 570	-	
108	77 200	32 070	-	
109	77 730	29 050	Spaichingen	7918
110	75 400	30 580	Wehingen	7818
111	73 780	30 520	Rottweil	7817
112	74 600	28 930	Schwenningen	7917
113	72 800	28 580	-	
114	72 470	28 180	-	
115	73 790	26 000	-	
116	69 880	23 720	-	
117	66 620	18 110	Geisingen	8017
118	66 540	11 950	-	
119	65 000	07 870	Blumberg	8117
120	59 580	02 250	Bonndorf	8116
121	62 800	5298 440	Blumberg	8117
122	64 960	93 760	Wiechs	8217
123	60 280	85 490	Stühlingen	8216
124	58 810	85 650	-	
125	57 180	84 050	Grießen	8316
126	57 000	83 110	-	
127	53 940	80 240	-	
128	47 390	75 620	Waldshut	8315

Tafel 1

Fig.1 Psiloceras(Curviceras)subangulare (9.)
Psilonotenkalk, Stuttgart-Vaihingen.

2 Ps.(Curv.)subangulare (204.)
Psilonotenkalk, Ostdorf Krs.Balingen.

3 Ps.(Curv.)aff.subangulare (380.)
hochovaler Windungsquerschnitt,
Aufarbeitungshorizont an der Rhät-Lias-Grenze,
Pfrondorf Krs.Tübingen.

4 Ps.(Curv.)aff.subangulare (146.)
rundlicher Windungsquerschnitt,
Aufarbeitungshorizont an der Rhät-Lias-Grenze,
Einsiedel Krs.Tübingen.

5 3-fache Vergrößerung des proximalen Endes
der Wohnkammer von Fig.4.

6 Ps.(Curv.)aff.subangulare (240.)
subquadratischer Windungsquerschnitt,
Psilonotenkalk, Isingen Krs.Balingen.

7 Ps.(Curv.)aff.subangulare (363.)
ovaler Windungsquerschnitt,
Psilonotenkalk, Mundelfingen Krs.Donaueschingen.

8 Saxoceras schroederi (381.)
Sammlung des Geol.Inst.Univ.Tübingen,
Triebklinge bei Pfrondorf Krs.Tübingen.

Tafel 2

Fig.1 Psiloceras(Discamphiceras)cf.megastoma (199.)
Abdruck der Innenwindungen mit Schalenresten,
Psilonotenkalk, Hechingen.

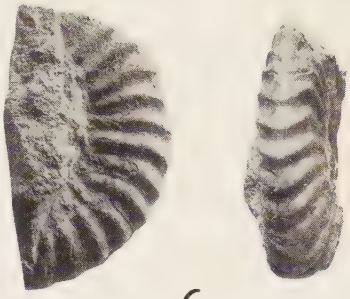
2 Ps.(Disc.)cf.megastoma (283.)
Psilonotenkalk, Täbingen Krs.Balingen.

Phot. W. Wetzel

Tafel 1

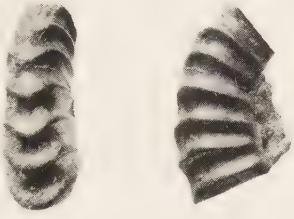
1

3



6

2



7

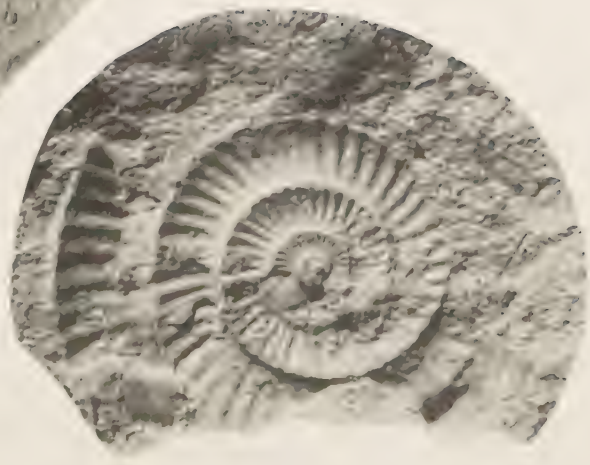
4

8

5

Tafel 2

2



1

Lebenslauf

Ich bin am 27. Juni 1935 als Sohn des Ingenieurs Helmut Altmann und seiner Ehefrau Helene geb. Polster in Hirschberg (Riesengebirge) geboren. Meine Jugendzeit verbrachte ich in Liegnitz. 1945 veranlaßten Kriegsereignisse die Übersiedlung nach Dortmund, wo ich 1954 an der städtischen Aufbauschule die Reifeprüfung ablegte. Anschließend war ich zwei Jahre Bergmann im Ruhrgebiet. Im Sommersemester 1956 begann ich an der Universität Göttingen das Studium der Geologie. Nach bestandener Vorprüfung für Diplom-Geologen bezog ich im Sommer 1958 die Universität Freiburg (Breisgau) für weitere vier Semester. Während einer Unterbrechung des Studiums ging ich Erwerbstätigkeiten nach. 1961 schrieb ich mich an der Universität Tübingen ein und begann mit der vorliegenden Untersuchung. Im Jahr darauf schloß ich die Ehe mit Ingrid Kunze aus Stuttgart.

Meine akademische Ausbildung verdanke ich den Professoren und Dozenten Dres. E.Bederke, G.Einsele, H.Illies, M.Pfannenstiel, R.Schönenberg, G.Wagner (Geologie), H.Hölder, O.H.Schindewolf, H.Schmidt (Paläontologie), W.Hiller (Geophysik), R.Ganssen (Bodenkunde), C.W.Correns, W.v.Engelhardt, W.E.Tröger, J.Zemann (Mineralogie), W.Bues, O.Glemser, W.Rüdorff (Chemie), R.Hilsch, A.Flammersfeld (Physik), E.Graeser (Mathematik), F.Firbas, R.Harder, F.Oehlkers (Botanik) und H.Piepho (Zoologie).

Fotodruck Helmut Durst Stuttgart-Vaihingen